

0622
#4



35.C15292

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:)
:)
KEIJI OKINAKA, et al.)
:) Group Art Unit: 2622
Application No.: 09/826,934)
:)
Filed: April 6, 2001)
:)
For: THRESHOLD MATRIX, AND)
:)
METHOD AND APPARATUS OF)
:)
REPRODUCING GRAY LEVELS)
:)
USING THRESHOLD MATRIX : June 15, 2001

Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

RECEIVED
JUN 22 2001
Technology Center 2000

CLAIM TO PRIORITY

Sir:

Applicants hereby claim priority under the
International Convention and all rights to which they are
entitled under 35 U.S.C. § 119 based upon the following
Japanese Priority Application:

Japan 2000-112143, filed April 13, 2000

A certified copy of the priority document is
enclosed.

2

Applicants' undersigned attorney may be reached in our Costa Mesa, California office by telephone at (714) 540-8700. All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,


Attorney for Applicants

Registration No. 92,746

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO
30 Rockefeller Plaza
New York, New York 10112-3801
Facsimile: (212) 218-2200

CA_MAIN 24228 v1

CF0 15292 US/0



日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日
Date of Application:

2000年 4月13日

出願番号
Application Number:

特願2000-112143

出願人
Applicant(s):

キヤノン株式会社

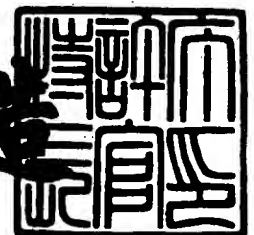
RECEIVED
JUN 22 2001
Technology Center 2000

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年 5月11日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



【書類名】 特許願

【整理番号】 4210001

【提出日】 平成12年 4月13日

【あて先】 特許庁長官 近藤 隆彦 殿

【国際特許分類】 H04N 1/40

【発明の名称】 閾値マトリクス、及びそれを利用した階調再現方法とその装置

【請求項の数】 19

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社
内

【氏名】 沖中 啓二

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社
内

【氏名】 鈴木 隆史

【特許出願人】

【識別番号】 000001007

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号

【氏名又は名称】 キャノン株式会社

【代表者】 御手洗 富士夫

【電話番号】 03-3758-2111

【代理人】

【識別番号】 100090538

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノン株式会社
内

【弁理士】

【氏名又は名称】 西山 恵三

【電話番号】 03-3758-2111

【選任した代理人】

【識別番号】 100096965

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号キャノン株式会
社内

【弁理士】

【氏名又は名称】 内尾 裕一

【電話番号】 03-3758-2111

【選任した代理人】

【識別番号】 100110009

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号キャノン株式会
社内

【弁理士】

【氏名又は名称】 青木 康

【電話番号】 03-3758-2111

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011224

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9908388

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 閾値マトリクス、及びそれを利用した階調再現方法とその装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 原画の各画素と閾値マトリクスの各要素とを1対1に対応させて出力画の個々の画素における濃度を二値あるいは多値で表現し、前記閾値マトリクスに対応する大きさのドットパターンを小さい区画に分割したとき、

全ての階調で、全ての区画内のドットの数が等しくなり、

全ての階調で、複数の区画内のドットパターンが互いに等しくなる階調再現方法において、

前記閾値マトリクスが、ドットパターンが互いに等しくなる区画の境界において、ドットパターンの整合性をとりながらドットが増加するように作成されることを特徴とする階調再現方法。

【請求項2】 前記ドットパターンの整合性をとる際に、平均化した斥力ポテンシャルの和を用いることを特徴とする請求項1に記載の階調再現方法。

【請求項3】 前記閾値マトリクスが、ドットパターンが互いに等しくなる区画と、それ以外の区画との間でドットを増加する順番を規制して作成されることを特徴とする請求項1または2に記載の階調再現方法。

【請求項4】 原画の各画素と閾値マトリクスの各要素とを1対1に対応させて出力画の個々の画素における濃度を二値あるいは多値で表現し、前記閾値マトリクスに対応する大きさのドットパターンを小さい区画に分割したとき、

全ての階調で、全ての区画内のドットの数が等しくなり、

全ての階調で、複数の区画内のドットパターンが互いに等しくなる階調再現方法において、

前記閾値マトリクスが、ドットパターンが互いに等しくなる区画と、それ以外の区画との間でドットを増加する順番を規制して作成されることを特徴とする階調再現方法。

【請求項5】 前記ドットを増加する順番として、前記ドットパターンが互いに等しくなる区画を優先することを特徴とする請求項3または4に記載の階調再現方法。

【請求項 6】 前記ドットパターンを決定する際に、各ドットに斥力ポテンシャルを付与しドット間の距離を制御することを特徴とする請求項1から5のいずれか1つに記載の階調再現方法。

【請求項 7】 前記ドットパターンを決定する際に、前記区画をさらに4個の小区画に分割したときに、 $4n$ (n は整数) 階調で、全ての小区画内のドットの数が増えることを特徴とする請求項1から6のいずれか1つに記載の階調再現方法。

【請求項 8】 前記閾値マトリクスを2次元かつ規則的に繰り返し用いる際に、繰り返しの方向が、縦または横方向のいずれかの方向にずれていることを特徴とする請求項1から7のいずれか1つに記載の階調再現方法。

【請求項 9】 前記閾値マトリクスの形状が正方形と異なることを特徴とする請求項1から8のいずれか1つに記載の階調再現方法。

【請求項 10】 カラー画像を複数の色成分に分解し、少なくとも1つの色成分の原画を入力画像とし、請求項1から9のいずれか1つに記載の階調再現方法を適用したカラー画像の階調再現方法。

【請求項 11】 原画の各画素と閾値マトリクスの各要素とを1対1に対応させて出力画の個々の画素における濃度を二値あるいは多値で表現し、前記閾値マトリクスに対応する大きさのドットパターンを小さい区画に分割したとき、

全ての階調で、全ての区画内のドットの数が増え、

全ての階調で、複数の区画内のドットパターンが互いに等しくなる階調再現装置において、

前記閾値マトリクスを記憶する記憶手段と、

前記閾値マトリクスの値を閾値として、原画の各画素の濃度と画素毎に比較する比較手段と、

前記比較手段の比較結果に応じて、二値あるいは多値化されたドットパターンを出力する出力手段とを有し、

前記閾値マトリクスが、ドットパターンが互いに等しくなる区画の境界において、ドットパターンの整合性をとりながらドットが増加するように作成されることを特徴とする階調再現装置。

【請求項 1 2】 前記閾値マトリクスが、ドットパターンが互いに等しくなる区画と、それ以外の区画との間でドットを増加する順番を規制して作成されることを特徴とする請求項11に記載の階調再現装置。

【請求項 1 3】 原画の各画素と閾値マトリクスの各要素とを1対1に対応させて出力画の個々の画素における濃度を二値あるいは多値で表現し、前記閾値マトリクスに対応する大きさのドットパターンを小さい区画に分割したとき、

全ての階調で、全ての区画内のドットの数が等しくなり、

全ての階調で、複数の区画内のドットパターンが互いに等しくなる階調再現装置において、

前記閾値マトリクスを記憶する記憶手段と、

前記閾値マトリクスの値を閾値として、原画の各画素の濃度と画素毎に比較する比較手段と、

前記比較手段の比較結果に応じて、二値あるいは多値化されたドットパターンを出力する出力手段とを有し、

前記閾値マトリクスが、ドットパターンが互いに等しくなる区画と、それ以外の区画との間でドットを増加する順番を規制して作成されることを特徴とする階調再現装置。

【請求項 1 4】 原画の各画素と閾値マトリクスの各要素とを1対1に対応させて出力画の個々の画素における濃度を二値あるいは多値で表現し、前記閾値マトリクスに対応する大きさのドットパターンを小さい区画に分割したとき、

全ての階調で、全ての区画内のドットの数が等しくなり、

全ての階調で、複数の区画内のドットパターンが互いに等しくなる閾値マトリクスにおいて、

ドットパターンが互いに等しくなる区画の境界において、ドットパターンの整合性をとりながらドットが増加するように作成されることを特徴とする閾値マトリクス。

【請求項 1 5】 前記閾値マトリクスが、ドットパターンが互いに等しくなる区画と、それ以外の区画との間でドットを増加する順番を規制して作成されることを特徴とする請求項14に記載の閾値マトリクス。

【請求項 1 6】 原画の各画素と閾値マトリクスの各要素とを1対1に対応させて出力画の個々の画素における濃度を二値あるいは多値で表現し、前記閾値マトリクスに対応する大きさのドットパターンを小さい区画に分割したとき、

全ての階調で、全ての区画内のドットの数が等しくなり、

全ての階調で、複数の区画内のドットパターンが互いに等しくなる閾値マトリクスにおいて、

ドットパターンが互いに等しくなる区画と、それ以外の区画との間でドットを増加する順番を規制して作成されることを特徴とする閾値マトリクス。

【請求項 1 7】 原画の各画素と閾値マトリクスの各要素とを1対1に対応させて出力画の個々の画素における濃度を二値あるいは多値で表現し、前記閾値マトリクスに対応する大きさのドットパターンを小さい区画に分割したとき、

全ての階調で、全ての区画内のドットの数が等しくなり、

全ての階調で、複数の区画内のドットパターンが互いに等しくなる階調再現処理を制御する制御プログラムをコンピュータ読み出し可能に記憶する記憶媒体であって、

ドットパターンが互いに等しくなる区画の境界において、ドットパターンの整合性をとりながらドットが増加するように作成される閾値マトリクスと、

前記閾値マトリクスの値を閾値として、原画の各画素の濃度と画素毎に比較して、前記比較結果に応じて、二値あるいは多値化されたドットパターンを出力するように制御するモジュールを含むことを特徴とする記憶媒体。

【請求項 1 8】 前記閾値マトリクスが、ドットパターンが互いに等しくなる区画と、それ以外の区画との間でドットを増加する順番を規制して作成されることを特徴とする請求項17に記載の記憶媒体。

【請求項 1 9】 原画の各画素と閾値マトリクスの各要素とを1対1に対応させて出力画の個々の画素における濃度を二値あるいは多値で表現し、前記閾値マトリクスに対応する大きさのドットパターンを小さい区画に分割したとき、

全ての階調で、全ての区画内のドットの数が等しくなり、

全ての階調で、複数の区画内のドットパターンが互いに等しくなる階調再現処理を制御する制御プログラムをコンピュータ読み出し可能に記憶する記憶媒体で

あって、

ドットパターンが互いに等しくなる区画と、それ以外の区画との間でドットを増加する順番を規制して作成される閾値マトリクスと、

前記閾値マトリクスの値を閾値として、原画の各画素の濃度と画素毎に比較して、前記比較結果に応じて、二値あるいは多値化されたドットパターンを出力するように制御するモジュールを含むことを特徴とする記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は閾値マトリクス、及びそれを利用した階調再現方法とその装置に関し、特に入力画像データを二値または多値のデータに階調処理するための閾値マトリクス、及びそれを利用した階調再現方法とその装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来から知られている階調再現方法のなかで、最もよく用いられているものの一つは、誤差拡散法である。誤差拡散法は、入力画像を一画素ごと閾値と比較することによって二値あるいは多値画像に変換し、その際に出力値と入力値との間に生じた誤差（量子化誤差）を所定の近傍の画素群に重みづけして拡散することによって、画像濃度を保存しようとするものである。この方法による出力画像は画質がよく解像性もよいが、処理が煩雑であるために処理速度が遅い。また一般に、誤差拡散法によって生成されるドットパターンは入力画像によってドットを打つ位置が異なるため、混色の程度を予想するのが難しく、後に説明する組織的ディザ法に比べ、色の再現性が悪いという欠点もある。

【0003】

処理が簡便で速度が速い階調再現方法としては、独立決定型ディザ法が知られている。独立決定型ディザ法では入力画像の画素値と閾値とを一点対一点で比較し、出力値を決定する。この方法は、注目する画素のみを独立で処理し、周囲の画素に関する処理を行わないため処理速度が速い。

【0004】

この方法は閾値の与え方の違いにより、ランダムディザ法と組織的ディザ法の二つに分類される。

【0005】

ランダムディザ法は、閾値を各画素毎にランダムに変える手法である。この方法で生成されたドットパターンは白色雑音特性をもち、モアレが発生しないという長所があるが、粒状性が目立つため画質はよくなく、現在ほとんど用いられていない。

【0006】

一方、組織的ディザ法は閾値を配列した閾値マトリクス（ディザマトリクス、マスクなどとも呼ばれる）を用いる方法であり、閾値マトリクスの閾値の配列の仕方によって、大きくドット集中型とドット分散型に分けられる。

【0007】

ドット集中型は、階調数が増えるにつれ、閾値マトリクスの中心に対応する位置にドットが密集して増えていくものである。この方法で生成されるドットパターンは空間周波数が低いために、比較的精細度の低い出力機器の場合は画質が悪く、精細度の高い印刷分野などで用いられている。

【0008】

ドット分散型では、閾値マトリクスは出力パターンのドット配列が空間的に分散するように設計されており、代表的なものとしてBayer型組織的ディザ法が従来から知られている（参考文献：An Optical method for two-level rendition of continuous-tone pictures, Bayer, Proc. IEEE Int. Conf. Commun., Conference Rec. p.26-11,1973）。Bayer型組織的ディザ法では閾値配列が極めて規則的なために、一様なグレイレベルの入力画像を中間階調処理すると、すべての階調の入力画像に対して極めて規則的な出力パターンが生成される。そのため、ドットパターンの一様性は良いが、出力機器の精細度が低いと、閾値マトリクスのサイズ（256階调用のものは16×16）の周期で目障りなテクスチャ（ディザパターン）が知覚されたり、また、入力画像に周期パターンが含まれると出力画像にモアレが発生することがあるという問題もある。そのため、数百dpiの比較的低い精細度の出力機器では、誤差拡散法に比べ画質が劣り、高画質な中間調画像を

得る目的では使用されていない。

【 0 0 0 9 】

これに対し近年、出力画像のドットパターンが青色ノイズパターンである場合に、良好な画質が得られることが知られるようになった (R.L.Ulichney, Dithering with Blue Noise, Proc. IEEE, vol.76, No.1, p.56)。青色ノイズパターンとは、非周期的、等方的で、低周波成分の少ないノイズ成分で構成されるパワースペクトル (青色ノイズ特性) を持つことを特徴とする。Ulichneyは従来の誤差拡散法に不規則性を導入した振動誤差拡散法を考案し、青色ノイズパターンを実現した。

【 0 0 1 0 】

この青色ノイズパターンを組織的ディザ法の手法を用いて実現するために提案された方法が、青色ノイズマスク法である。(特許公報第2622429号、USP5,111,310、T.Mitsa and K.J.Parker, Digital halftoning technique using a blue-noise mask, J.OptSoc.Am, vol.9, No.11, pp.1920-1929 (1992)) 青色ノイズマスク法を用いてマスクサイズの一様なグレイレベルの入力画像を処理すると、出力されたドットパターンは青色ノイズ特性を持つ。したがって、Ulichneyの振動誤差拡散法と同様にモアレは発生せず、ランダムディザ法に比べて粒状感は少ない。また、振動誤差拡散法に比べ、演算が簡便で処理速度が速い。

【 0 0 1 1 】

しかしながら、青色ノイズマスク法で作られたドットパターンは、階調数によってはドットの分布の一様性が悪く、出力画面にムラが現れる。特に最低階調付近と最高階調付近のドットパターンはノイズ感が大きい。

【 0 0 1 2 】

この原因は、青色ノイズマスク法では、まず中間階調のドットパターンを最適化して作成し、その後、順次、高階調及び低階調のドットパターンを作成する為、最低階調付近及び最高階調付近ではドット選定の自由度が少なく、理想的なドットパターンを得にくい為である。特にインクジェットプリンターにおいて用いる場合には、ドットの配列がまばらで視覚的に目立つ低階調部のドットパターンの不均一性は、改良の必要がある。

【 0 0 1 3 】

また、2次元離散フーリエ変換、2次元逆離散フーリエ変換を繰り返し用いる作成法は複雑で、時間がかかるという問題もある。

【 0 0 1 4 】

【発明が解決しようとする課題】

ドットパターンの一様性を向上した組織的ディザ法として、特開2000-59626号公報に開示されている方法がある。この方法は、Bayer型組織的ディザ法によって生成されるドットパターンの規則性を利用することによりドットパターンの一様性を保つと同時に、ドットパターンに不規則性を導入することによってディザパターンやモアレの問題を軽減している。

【 0 0 1 5 】

この方法の閾値マトリクスはその中に複数の同一の閾値構造をもつことから、全階調で非等方的、周期的なドットパターンを生成し、青色ノイズ特性と対極的な性質を持つ。また、同一の閾値構造を持つ部分の情報の冗長性を排除することで、閾値マトリクスを格納するメモリー容量を減らすことができる。

【 0 0 1 6 】

一方、近年、インクジェットプリンターの普及に伴い、一般のユーザーの画質に対する要求も高度になってきている。しかしながら上記方法では、階調によっては目立つほどではないにしろ、複数の同一構造が並ぶ縦横方向または斜め方向にテクスチャ（ディザパターン）がわずかながら現れることがあり、改善の余地がある。

【 0 0 1 7 】

本発明は上述した従来技術の欠点を除去し、特開2000-59626号公報に開示されている方法を改良し、ドットパターンの均一性をさらに向上させることによって、テクスチャの問題を改善した閾値マトリクス、及びそれを利用した階調再現方法とその装置の提供を目的とする。

【 0 0 1 8 】

【課題を解決するための手段】

上述の目的を達成するための本発明の階調再現方法は、原画の各画素と閾値マ

トリクスの各要素とを1対1に対応させて出力画の個々の画素における濃度を二値あるいは多値で表現し、前記閾値マトリクスに対応する大きさのドットパターンを小さい区画に分割したとき、全ての階調で、全ての区画内のドットの数が等しくなり、全ての階調で、複数の区画内のドットパターンが互いに等しくなる階調再現方法において、前記閾値マトリクスが、ドットパターンが互いに等しくなる区画の境界において、ドットパターンの整合性をとりながらドットが増加するように作成されることを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

また、本発明の階調再現方法は、原画の各画素と閾値マトリクスの各要素とを1対1に対応させて出力画の個々の画素における濃度を二値あるいは多値で表現し、前記閾値マトリクスに対応する大きさのドットパターンを小さい区画に分割したとき、全ての階調で、全ての区画内のドットの数が等しくなり、全ての階調で、複数の区画内のドットパターンが互いに等しくなる階調再現方法において、前記閾値マトリクスが、ドットパターンが互いに等しくなる区画と、それ以外の区画との間でドットを増加する順番を規制して作成されることを特徴とする。

【 0 0 2 0 】

また、本発明の階調再現装置は、原画の各画素と閾値マトリクスの各要素とを1対1に対応させて出力画の個々の画素における濃度を二値あるいは多値で表現し、前記閾値マトリクスに対応する大きさのドットパターンを小さい区画に分割したとき、全ての階調で、全ての区画内のドットの数が等しくなり、全ての階調で、複数の区画内のドットパターンが互いに等しくなる階調再現装置において、前記閾値マトリクスを記憶する記憶手段と、前記閾値マトリクスの値を閾値として、原画の各画素の濃度と画素毎に比較する比較手段と、前記比較手段の比較結果に応じて、二値あるいは多値化されたドットパターンを出力する出力手段とを有し、前記閾値マトリクスが、ドットパターンが互いに等しくなる区画の境界において、ドットパターンの整合性をとりながらドットが増加するように作成されることを特徴とする。

【 0 0 2 1 】

また、本発明の階調再現装置は、原画の各画素と閾値マトリクスの各要素とを

1対1に対応させて出力画の個々の画素における濃度を二値あるいは多値で表現し、前記閾値マトリクスに対応する大きさのドットパターンを小さい区画に分割したとき、全ての階調で、全ての区画内のドットの数が等しくなり、全ての階調で、複数の区画内のドットパターンが互いに等しくなる階調再現装置において、前記閾値マトリクスを記憶する記憶手段と、前記閾値マトリクスの値を閾値として、原画の各画素の濃度と画素毎に比較する比較手段と、前記比較手段の比較結果に応じて、二値あるいは多値化されたドットパターンを出力する出力手段とを有し、前記閾値マトリクスが、ドットパターンが互いに等しくなる区画と、それ以外の区画との間でドットを増加する順番を規制して作成されることを特徴とする。

【 0 0 2 2 】

また、本発明の閾値マトリクスは、原画の各画素と閾値マトリクスの各要素とを1対1に対応させて出力画の個々の画素における濃度を二値あるいは多値で表現し、前記閾値マトリクスに対応する大きさのドットパターンを小さい区画に分割したとき、全ての階調で、全ての区画内のドットの数が等しくなり、全ての階調で、複数の区画内のドットパターンが互いに等しくなる閾値マトリクスにおいて、ドットパターンが互いに等しくなる区画の境界において、ドットパターンの整合性をとりながらドットが増加するように作成されることを特徴とする。

【 0 0 2 3 】

また、本発明の閾値マトリクスは、原画の各画素と閾値マトリクスの各要素とを1対1に対応させて出力画の個々の画素における濃度を二値あるいは多値で表現し、前記閾値マトリクスに対応する大きさのドットパターンを小さい区画に分割したとき、全ての階調で、全ての区画内のドットの数が等しくなり、全ての階調で、複数の区画内のドットパターンが互いに等しくなる閾値マトリクスにおいて、ドットパターンが互いに等しくなる区画と、それ以外の区画との間でドットを増加する順番を規制して作成されることを特徴とする。

【 0 0 2 4 】

また、本発明の記憶媒体は、原画の各画素と閾値マトリクスの各要素とを1対1に対応させて出力画の個々の画素における濃度を二値あるいは多値で表現し、前

記閾値マトリクスに対応する大きさのドットパターンを小さい区画に分割したとき、全ての階調で、全ての区画内のドットの数が増加し、全ての階調で、複数の区画内のドットパターンが互いに等しくなる階調再現処理を制御する制御プログラムをコンピュータ読み出し可能に記憶する記憶媒体であって、ドットパターンが互いに等しくなる区画の境界において、ドットパターンの整合性をとりながらドットが増加するように作成される閾値マトリクスと、前記閾値マトリクスの値を閾値として、原画の各画素の濃度と画素毎に比較して、前記比較結果に応じて、二値あるいは多値化されたドットパターンを出力するように制御するモジュールを含むことを特徴とする。

【 0 0 2 5 】

また、本発明の記憶媒体は、原画の各画素と閾値マトリクスの各要素とを1対1に対応させて出力画の個々の画素における濃度を二値あるいは多値で表現し、前記閾値マトリクスに対応する大きさのドットパターンを小さい区画に分割したとき、全ての階調で、全ての区画内のドットの数が増加し、全ての階調で、複数の区画内のドットパターンが互いに等しくなる階調再現処理を制御する制御プログラムをコンピュータ読み出し可能に記憶する記憶媒体であって、ドットパターンが互いに等しくなる区画と、それ以外の区画との間でドットを増加する順番を規制して作成される閾値マトリクスと、前記閾値マトリクスの値を閾値として、原画の各画素の濃度と画素毎に比較して、前記比較結果に応じて、二値あるいは多値化されたドットパターンを出力するように制御するモジュールを含むことを特徴とする。

【 0 0 2 6 】

【発明の実施の形態】

本発明は、従来型のインクジェットプリンタやバブルジェット(BJ)プリンタなどのように、最も単純な場合、出力画像の画素毎にインクの液滴を紙に打つか打たないかを定めて画像を形成する装置において中間調を表現するために適用でき、同様に、各画素について、明か暗かで画像を表示する類の液晶表示装置等においても中間調を表現するために好適に用いられる。

【 0 0 2 7 】

より一般的には、連続階調の白黒又はカラー画像を濃度に関して二値あるいは多値に変換して出力するインクジェットプリンタ等をはじめレーザービームプリンタ、ファクシミリや印刷機などの機器においても中間調を好ましく表現するために用いられる。

【 0 0 2 8 】

〈本実施の形態の処理装置の構成例〉

図2は本実施の形態において画像を処理するための基本的なシステムを示す。同図において10は入力画像11を走査する例えばスキャナ等の画像入力装置である。この装置では、連続階調をもった入力画像11に対し、階調数を例えば256階調にデジタル化したり、 γ 補正、各種色変換などを行う前処理部12が設けられている。

【 0 0 2 9 】

13は階調処理装置であり、マスク14を記憶するメモリ15と、入力画像の各画素の階調数と、対応するマスクの値（閾値）を比較し、それに応じて出力値を決定する比較器16を含む。

【 0 0 3 0 】

17は比較器16からの出力値に基づいて形成された出力画像18を表示や印刷等の形式で出力する装置である。

【 0 0 3 1 】

〈本実施の形態の概略〉

本実施の形態により生成されるマスク一枚の大きさに相当するドットパターンは、それより小さい区画に分割したとき、以下のような規則性を持つことを特徴とする。

- （1）1階調目以降の低階調のいずれかの階調のドットパターンが周期的または疑似周期的である。
- （2）すべての階調において、複数の区画中のドットパターンが互いに等しくなる。
- （3）すべての階調において、すべての区画中のドット数が等しい。

【 0 0 3 2 】

また場合によっては、各区画をさらに4つの小区画に分割し、次のような規則性を持たせても良い。

(4) $4n$ (n は整数) 階調において、すべての小区画中のドット数が等しい。

【 0 0 3 3 】

以上のドットパターンの規則性はBayer型組織的ディザ法のドットパターンの規則性を利用したもので、類似のものが特開2000-59626に開示されており、全階調(濃度)領域でこのような規則性を持たせることにより、一様性の高いドットパターンを生成することができる。

【 0 0 3 4 】

以下、本実施の形態の基本的なマスク作成法を、図1に示すフローチャートに沿って説明する。ステップS1ではマスクの基本的構造を決定する。つまり、マスクサイズとマスクの形状を決定する。また、入力画像がマスクサイズより大きい場合はマスクを2次元的に配列して用いるが、このマスクの配列の仕方も決定する。

【 0 0 3 5 】

本実施の形態では、形状が 256×256 の正方形の256階調用のマスクとし、また、入力画像がマスクサイズより大きい場合はマスクを縦横にタイル状に繰り返しながら用いることにする。

【 0 0 3 6 】

次に、マスク内の構造、つまり上記区画と小区画のサイズ、形状を決定し、ドットパターンの互いに等しくなる複数の区画の選択を行う。

【 0 0 3 7 】

本実施の形態は上記規則(1)から(4)すべてを持つマスクとする。規則性(3)で用いる区画を、図3で実線で示される 16×16 の正方形とし、規則性(4)で用いる小区画を、さらに破線で分割される 8×8 の正方形にする。また、図3でグレーにパッチされた区画群は、規則性(2)で用いられるドットパターンが互いに等しくなる区画群である。本実施の形態では各階調をあらわすドットパターンを低階調から順次決定していくが、低階調のある階調までのドットパターンを人為的に決定するステップS2と、それ以上の階調のドットパターンをポテンシ

ャルを用いて決定するステップS3以降に大きく分かれる。

【 0 0 3 8 】

ステップS2で決定される低階調でのドットパターンは周期的または、それにランダム性をとりいれた疑似周期的なものとする。一様性の良い周期的または疑似周期的なドットパターンにすることによって、青色ノイズマスク法の課題であった、低階調でのムラを解決できる。一般的には周期的なドットパターンは、目障りな模様やモアレの発生を引き起こす原因となる可能性があるが、画像の濃度が低い、ごく低階調では問題とならない。

【 0 0 3 9 】

本実施の形態では、第2階調のドットパターンまでステップS2で決定することとする。

【 0 0 4 0 】

図4はS2のステップで決定した第1階調のドットパターンの一部である。本実施例では第1階調には周期的なドットパターンを用いた。このドットパターンはBayer型組織的ディザ法によって生成されるものと同じである。

【 0 0 4 1 】

図5はステップS2で決定した第2階調のドットパターンの一部である。第2階調のドットパターンは、第1階調のドットパターンに、20～28で示されるような疑似周期的なドットパターンを加えて作成されたものである。

【 0 0 4 2 】

20～24に示されるドットは29～33に示された枠内から一様な確率分布をもってランダムに選ばれた。本実施の形態ではこの枠のサイズは7×7である。また、グレーにパッチされた区画に加えられた25～28に示されるドットはランダム性は与えていない。

【 0 0 4 3 】

29～33に示される枠のサイズ及び確率分布を前記規則性を破らない範囲で変更することによって、ランダム性を制御することができる。

【 0 0 4 4 】

以上のように作成された2階調目までのドットパターンは前記規則性（1）～

(4) に必要な条件を満たしていることに注意されたい。

【0045】

次のステップS3では、第3階調以降のドットパターンを順次決定するが、ドット位置を決定するステップとして、グレーでパッチされた区画のドットパターンを決定するステップS3-2と、それ以外の区画のドットパターンを決定するステップS3-3に分かれる。このようにグレーでパッチされた区画のドットパターンを先に決定する手法は、特開2000-59626公報に開示される技術に対して改良された点であるが、その効果等は後述する。

【0046】

以下、第3階調のドットパターンの作成方法を説明する。

【0047】

まずS3-1を説明する。まず図5に示される、前階調までにドットが打たれている各画素を中心に図6に示すような斥力ポテンシャル $P(r)$ を付与し、全ての画素位置でその和（ポテンシャル和と呼ぶ）を計算する。

【0048】

r は斥力ポテンシャルを付与するドットからの距離をあらわしており、 $r > r_{\max}$ では $P(r)=0$ とする。

【0049】

斥力ポテンシャルはドットとドットをなるべく離して打とうとする効果をあらわしており、これを用いる本実施の形態のドットパターンは一様性が高くムラが少ない。斥力ポテンシャルの形状はドット配列の傾向に大きく影響するが、具体的な形状は後述する。

【0050】

一般に、斥力ポテンシャルには階調依存性を持たせることができ、第3階調のドットパターンの作成時には第3階調用の斥力ポテンシャルを用いる。

【0051】

この斥力ポテンシャルをドットに付与したとき、マスクの境界からはみ出した部分は、ステップS1で決定したマスクの2次元配列の仕方を考慮にいて、周期的境界条件をもちいて処理する。

【 0 0 5 2 】

図7を用いて周期的境界条件を説明する。本実施の形態の場合、ドット40に付与された斥力ポテンシャルがマスクの境界からはみ出した部分は、あたかも、41～43にある画素に斥力ポテンシャルが付与されたように考えて、44～46のように付与する。この方法を用いれば、マスクを配列して用いる際に、マスクの境界付近に目障りなドット配列ができない。

【 0 0 5 3 】

以下、ドットにポテンシャルを付与する時には、すべてこの周期的境界条件を用いる。(以上S3-1)

【 0 0 5 4 】

次にグレーにパッチされた区画群のドット配列を決定するS3-2を説明する。まず、すべてのグレーでパッチされている64個の区画の斥力ポテンシャルの和を平均し、新たにグレーでパッチされている区画のポテンシャル和とする。つまり、全てのグレーでパッチされている区画のポテンシャル和は等しくなる。

【 0 0 5 5 】

次に図3でグレーでパッチされている区画内で、規則性(4)を破らない範囲でポテンシャル和が最低になる画素を求め、その位置に新たにドットを打つ。ポテンシャル和が最低になる画素が、1つの区画の中に2つ以上ある場合はその中からランダムに1画素選ぶ。

【 0 0 5 6 】

本実施の形態の第3階調のドットパターンを決定する場合は、図5のように第2階調のドットパターンは、グレーにパッチされた各区画の中の左上の小区画と右下の小区画に含まれるドットの数各々1で、右上と左下の小区画のドットの数各々0であるため、規則性(4)を破らないためには右上と左下の小区画の中から、ポテンシャル和の最低点を選ばなければならない。

【 0 0 5 7 】

本実施例の場合、グレーでパッチされた区画が64個あり、各々の区画のポテンシャル和は全て等しいので、ポテンシャル和の最低点は64画素ある。その64点に規則的な配列で新たにドットが付与されることになる。

【 0 0 5 8 】

このポテンシャル和の平均化操作は特開2000-59626号公報に開示される技術に対して追加、改良された手法の一つであり、ドットパターンが互いに等しくなる区画の境界におけるドットパターンの整合性（不均一性）を著しく改善できる。

【 0 0 5 9 】

特開2000-59626号公報に開示される方法では、グレーにパッチされる区画群のドットパターンを決定する際に、平均化されていないポテンシャル和が最低の画素位置にドットを打ち、そのドットを含む区画以外の（この場合だと63個の）区画の対応する位置にドットを打つという手法を用いている。このドット位置の決定法では、63個の区画の境界外側近傍のドット配列は考慮されていないため、グレーにパッチされた区画の境界でドットが不均一に配列されることがあった。

【 0 0 6 0 】

それに対し、本実施の形態では平均化したポテンシャルをもちいることにより、64個すべてのグレーにパッチされた区画の境界外側近傍のドット配列を総合的に判断し、付与するドットの位置を決定できるため、この問題を改善できる。

【 0 0 6 1 】

次にこれら、64個のドット各々にポテンシャルを付与し、ポテンシャル和を計算し直す。（以上S3-2）

【 0 0 6 2 】

次にS3-3を説明する。まず、規則性（3）、（4）を破らない範囲でポテンシャル和が最低の画素を探し、ドットを一つ打つ。

【 0 0 6 3 】

つまり、グレーでパッチされている区画以外で、さらに各々の区画の中の右上と左下の小区画の中から、ポテンシャル和が最低の画素を探しドットを付与する。さらにこの画素を中心にポテンシャルを付与し、ポテンシャル和を再計算する。

【 0 0 6 4 】

次のドット位置も同様に決められる。まず規則性（3）、（4）を破らない範囲で、ポテンシャル和が最低の画素を探す。つまり、3階調目で新たに付与され

たドットを含まない区画で、さらに各々の区画の中の右上と左下の小区画の中から次のドット位置を探すことになる。

【 0 0 6 5 】

この画素にドットを付与し、さらにこの画素を中心にポテンシャルを付与し、ポテンシャル和を再計算する。

【 0 0 6 6 】

上記のようなプロセスを繰り返し、第3階調をあらわすのに必要なドット数を打った時点で第3階調のドットパターンとする。このように生成された第3階調のドットパターンは、16×16のすべての区画には3つのドットが打たれており、規則性（3）を満たす。（以上S3-3）

【 0 0 6 7 】

以上のように、ある階調のドットパターンを定める時にグレーでパッチされた区画のドット配列を先に打つ手法は、特開2000-59626号公報に開示される技術に対して改良された点である。グレーでパッチされた区画が規則的にならないため、グレーでパッチされた区画に打たれる64個のドットは規則的な配列であり、この極めて一様なドットパターンを先に打ってしまうことで、すべてのドットパターンの一様性も向上できるという効果がある。

【 0 0 6 8 】

第4階調以降のドットパターンもS3-1からS3-3と同様のプロセスを繰り返し、順次決定する。ただし、斥力ポテンシャルに階調依存性がある場合には、ドットパターン作成の際に、その階調用の斥力ポテンシャルを用いなければならない。

【 0 0 6 9 】

例えば、第4階調のドットパターンの決定は、ステップS3-1でポテンシャル和を計算する際に、第3階調のドットパターンに付与されていた第3階調用の斥力ポテンシャルを一旦キャンセルし、第4階調用の斥力ポテンシャルを用いて、ポテンシャル和を計算し直す。ステップS3-2、S3-3においても第4階調用のポテンシャルを用いる。

【 0 0 7 0 】

このように作成された第4階調のドットパターンは、各小区画に1つずつのドッ

トを含み、規則性（４）を満たす。

【 0 0 7 1 】

最高階調（255階調）のドットパターンまですべてのドットパターンを決定すれば、それらを累積することによって、一様なグレイレベルの入力画像を中間階調処理したときにこれらのドットパターンを出力するようなマスクを形成することができる。

【 0 0 7 2 】

すなわち、(x,y)を画素位置をあらわす座標として、第g階調のドットパターン $d(g;x,y)$ を

【 0 0 7 3 】

【外 1】

$$d(g;x,y) = \begin{cases} 1 & \text{ドットが打たれている} \\ 0 & \text{ドットが打たれていない} \end{cases}$$

とすると、マスク $m(x,y)$ は

【 0 0 7 4 】

【外 2】

$$m(x,y) = 256 - \sum_{g=1}^{255} d(g;x,y)$$

とあらわすことができる（ステップS4）。

【 0 0 7 5 】

以上、本実施の形態の基本的なマスク作成の手順を説明したが、特開2000-59626号公報に対する大きな改良点である、グレーでパッチされた区画のドットパターンを先に決定する手法と、平均化したポテンシャル和を用いる手法は、いずれか一方だけ実施しても良い。

【 0 0 7 6 】

また、ステップS1におけるマスクの基本的構造の決定、ステップS2における低階調でのドットパターンの決定、ステップS3における斥力ポテンシャルの形状の

決定の仕方によって、ドットの配列の傾向を自由にかつ広範囲に制御することができ、出力機器の特性にあわせたドットパターンを実現することが可能である。

【 0 0 7 7 】

以下、本発明の様々な実施の形態を説明する。

【 0 0 7 8 】

＜第1の実施の形態＞

本実施の形態の特徴を持つマスクの一つを作成する手順について図1のフローチャートに従って説明する。

【 0 0 7 9 】

まずステップS1でマスクの基本構造を決定する。本実施形態におけるマスクは256×256の正方形であり、256階調用である。図8は入力画像がマスクの大きさよりも大きい場合の、マスクの配列方法を示している。

【 0 0 8 0 】

図中、灰色で塗られた256×256画素がマスク一つの大きさである。①で示される矢印方向は、出力機器がプリンタの場合、インクの吐出ヘッドの方向などの主走査方向で、②で示される矢印方向は紙送りなどの副走査方向である。

【 0 0 8 1 】

本実施の形態のマスクによって生成される256×256画素のドットパターンは、図3の実線のように16×16画素の区画、さらに破線のように8×8画素の小区画に分割した時、次の3つの規則性を持つとする。

- (1) 第1階調のドットパターンを疑似周期的なドットパターンとする。
- (2) すべての階調において、複数の区画中のドットパターンが互いに等しくなる。
- (3) すべての階調において、すべての区画中のドット数が等しい。
- (4) $4n$ (n は整数) 階調において、すべての小区画中のドット数が等しい。

ただし、規則性(2)の互いにドットパターンが等しくなる区画群は図3のグレーにパッチされた64個の16×16画素区画とする。

【 0 0 8 2 】

次にステップS2で、低階調のドットパターンを決定する。本実施形態では、図

1のステップS2では第1階調のドットパターンまでを決定することにする。

【0083】

以下、図9に従って第1階調のドットパターンの作成方法を説明する。ただし、図面の都合上、ドットパターンの一部のみを表示している。マスク左上の画素から横x画素、縦y画素の位置を(x,y)という座標で表すことにする。左上の画素は(0,0)である。

【0084】

互いにドットパターンが等しくなる区画に打つドット50～53はランダム性を与えず、ドット位置は(32m+3,32n+3) (ただしm=0,1,...,7、n=0,1,...,7) とする。

【0085】

互いにドットパターンが等しくなる区画以外に打つ192個のドットはランダム性を与える。本実施形態では54～65の太線で示すような7×7画素の区画の四隅から、各々1/4の確率でランダムに選ぶことにする。

【0086】

以上のようにして、疑似周期的な第1階調のドットパターンが完成する。このパターンは規則性(1)～(4)に必要な条件を満たしていることに注意されたい。

【0087】

次にステップS3の第2階調以降のドットパターンの作成方法を説明する。第2階調以降のドットパターンは、斥力ポテンシャルを用いて作成する。本実施形態における、図1のステップS3を実行するために用いる斥力ポテンシャルP(g,r)は

【0088】

【外3】

$$P(g,r) = \begin{cases} \exp\left(\frac{-a \times r}{\sqrt{256/g}}\right) & (r \leq r_{\max}) \\ 0 & (r > r_{\max}) \end{cases}$$

ここで、rmaxは128であり、aは0.46とする。また、rは斥力ポテンシャルを付与する画素からの距離を示し、

【0089】



【外 4】

$$r = \sqrt{(x-x_0)^2 + (y-y_0)^2}$$

である。ただし、計算時間の短縮のため71階調目以降の斥力ポテンシャルは70階調目の斥力ポテンシャルを用いることにする。つまり、

$$P(g > 70, r) = P(g = 70, r)$$

【0090】

上述したように、まず、この斥力ポテンシャルをすでに打たれたすべてのドットに付与する。斥力ポテンシャルをドットに付与したとき、マスクの境界からはみ出した部分は、前述したように周期的境界条件を使って処理する。以下の過程でも随時この周期的境界条件を用いる。(以上S3-1)

【0091】

次に互いにドットパターンが等しくなる区画において、ポテンシャル和の平均化操作を行う。この操作によって、64個の互いにドットパターンが等しくなる区画のポテンシャル和はすべて等しくなる。

【0092】

次に規則性(4)を破らない範囲でポテンシャル和の最低点を探し、互いにドットパターンが等しくなる区画に1つずつ(全部で64個)ドットを付与する。これら64個のドット各々にポテンシャルを付与し、ポテンシャル和を計算し直す。(以上S3-2)

【0093】

次に規則性(3)、(4)を破らない範囲でポテンシャル和が最低の画素を探し、その画素にドットを付与する。その画素を中心にポテンシャルを付与し、ポテンシャル和を再計算する。この操作を繰り返し、194個のドットを打ち終わった時点で、第2階調のドットパターンとする。(以上S3-3)

第3階調以降もS3-1からS3-3と同様の過程で決定し、最高階調までのドットパターンを決定できたら、そのドットパターンを累積することによってマスクが完成する(ステップS4)。

【0094】



本実施の形態によって作成された32階調目のドットパターンを図10に示す。極めて均一でムラのないドットパターンが得られていることが分かる。

【0095】

また、出力機器の性能（例えば解像度）によって、斥力ポテンシャルの最適な形状は異なるため、斥力ポテンシャルの形状決定には試行錯誤が必要となるが、一般に、より高解像度の機器に用いる時には、減衰の遅い形状を用いることが有効であることが分かっている。

【0096】

このように本実施の形態では、特開2000-59626に開示されている方法を改良し、ドットパターンの均一性をさらに向上させることによって、テクスチャの問題を改善したドットパターンが得られる。

【0097】

〈第2の実施の形態〉

本実施の形態の特徴を持つマスクの一つを作成する手順について図1のフローチャートに従って説明する。

【0098】

まずステップS1でマスクの基本構造を決定する。本実施形態におけるマスクは256×256の正方形であり、256階調用である。また、入力画像がマスクサイズより大きい場合はマスクを図11に示すように、128画素縦方向にずらしながら繰り返し用いることにする。

【0099】

図中、灰色で塗られた256×256画素がマスク一つの大きさであり、①で示される矢印方向は、出力機器がプリンタの場合、インクの吐出ヘッドの方向などの主走査方向で、②で示される矢印方向は紙送りなどの副走査方向である。

【0100】

本実施の形態のマスクによって生成される256×256画素のドットパターンは、図12の実線のように16×16画素の区画に分割した時、次の2つの規則性を持つとする。

（1）第1階調のドットパターンを疑似周期的なドットパターンとする。

(2) すべての階調において、複数の区画中のドットパターンが互いに等しくなる。

(3) すべての階調において、すべての区画中のドット数が等しい。

【0 1 0 1】

本実施の形態では、(2)の互いにドットパターンが等しくなる区画群を2種類にする。つまり図12で、薄いグレーでパッチされた64個の区画は互いにドットパターンが等しく、濃いグレーでパッチされた64個の区画も互いにドットパターンが等しくなるようにする。

【0 1 0 2】

本実施形態では、図1のステップS2では第1階調のドットパターンまでを決定することにし、以下、図13に従って第1階調のドットパターンの作成方法を説明する。ただし、図面の都合上、ドットパターンの一部のみを表示している。マスク左上の画素から横 x 画素、縦 y 画素の位置を (x,y) という座標で表すことにする。左上の画素は $(0,0)$ である。

【0 1 0 3】

互いにドットパターンが等しくなる区画に打つ128個のドットはランダム性を与えず、ドット位置は $(32m+3, 32n+3)$ および $(32m+11, 32n+11)$ (ただし $m=0,1,\dots,7$ 、 $n=0,1,\dots,7$)となる。

【0 1 0 4】

互いにドットパターンが等しくなる区画以外に打つ128個のドットはランダム性を与える。本実施形態では70~77の太線で示すような 7×7 画素の区画の中から、一様な確率分布でランダムに選んだ。

【0 1 0 5】

以上のようにして、疑似周期的な第1階調のドットパターンが完成する。

【0 1 0 6】

次にステップS3の第2階調以降のドットパターンの作成法を説明する。第2階調以降のドットパターンは、上述したとおり、斥力ポテンシャルを用いて作成する。

【0 1 0 7】

本実施形態における、図1のステップS3を実行するために用いる斥力ポテンシャル $P(g,r)$ は第1の実施の形態と同じである。

【0108】

上述したように、まず、このポテンシャルをすでに打たれたすべてのドットの画素に付与する。斥力ポテンシャルをドットの打ってある画素に付与したとき、マスクの境界からはみ出したポテンシャルの部分は、周期的境界条件を用いて処理する。図14を用いて本実施の形態の周期的境界条件を説明する。

【0109】

本実施の形態の場合、画素80に付与された斥力ポテンシャルがマスクの境界からはみ出した部分は、あたかも、81、82にある画素に斥力ポテンシャルが付与されたように考えて、83、84のように付与する。以下、斥力ポテンシャルを用いる時は、随時、この周期的境界条件を用いる。（以上S3-1）

【0110】

次に、一方の互いにドットパターンが等しくなる区画群（例えば濃いグレーでパッチされた方）において、平均化したポテンシャルを求め、それを新たなポテンシャル和とする。次にポテンシャル和の最低点を探し、64個のドットを打つ。さらに、これら64個のドット各々にポテンシャルを付与し、ポテンシャル和を計算し直す。

【0111】

次に、もう一方のドットパターンが等しくなる区画群（例えば薄いグレーでパッチされた方）において、平均化したポテンシャルを求め、それを新たなポテンシャル和とする。次にポテンシャル和の最低点を探し、64個のドットを打つ。さらに、これら64個のドット各々にポテンシャルを付与し、ポテンシャル和を計算し直す。（以上S3-2）

【0112】

次に、規則性（3）を破らない範囲でポテンシャル和が最低の画素を探し、その画素にドットを付与する。その画素を中心にポテンシャルを付与し、ポテンシャル和を再計算する。以上の操作を繰り返し1点ずつドットを付与し、128個のドットを打ち終わった時点で、第2階調のドットパターンとする。（以上S3-3）

【 0 1 1 3 】

第3階調以降もS3-1からS3-3と同様の過程で決定し、最高階調までのドットパターンを決定できたら、そのドットパターンを累積することによってマスクが完成する（ステップS4）。

【 0 1 1 4 】

本実施の形態によって作成された32階調目のドットパターンを図15に示す。極めて均一でムラのないドットパターンが得られていることが分かる。

【 0 1 1 5 】

本実施の形態のマスクの配列は、主走査方向に平行ではなくなるので、インクジェットプリンター等で走査方向に生じる機械的な筋ムラがでるという課題を軽減できる。

【 0 1 1 6 】

〈第3の実施の形態〉

本実施の形態の特徴を持つマスクの一つを作成する手順について図1のフローチャートに従って説明する。

【 0 1 1 7 】

まずステップS1でマスクの基本構造を決定する。本実施形態におけるマスクは256階调用であり、入力画像がマスクサイズより大きい場合はマスクを図16に示すような方法で、繰り返し用いることにする。

【 0 1 1 8 】

図中、灰色で塗られた十字型がマスク一つの大きさであり、①で示される矢印方向は、出力機器がプリンタの場合、インクの吐出ヘッドの方向などの主走査方向で、②で示される矢印方向は紙送りなどの副走査方向である。

【 0 1 1 9 】

このマスクの配列方法は、図17に示すように、同図で灰色に塗られた64×320の長方形のマスクを128画素ずつずらしながら用いることと同じであり、計算の簡便さを考えて、以下、この長方形マスクとして扱う。

【 0 1 2 0 】

本実施の形態のマスクによって生成される64×320画素のドットパターンは、

図18の実線のように16×16画素の区画に分割した時、次の2つの規則性を持つとする。

(1) 第1階調のドットパターンを疑似周期的なドットパターンとする。

(2) すべての階調において、複数の区画中のドットパターンが互いに等しくなる。

(3) すべての階調において、すべての区画中のドット数が等しい。

ただし、規則性(2)の互いにドットパターンが等しくなる区画群は図18のグレーにパッチされた20個の16×16画素区画とする。

【0 1 2 1】

次にステップS2で、低階調のドットパターンを決定する。本実施形態では、図1のステップS2では第1階調のドットパターンまでを決定することにし、以下、図19に従って第1階調のドットパターンの作成方法を説明する。ただし、図面の都合上、ドットパターンの一部のみを表示している。マスク左上の画素から横x画素、縦y画素の位置を(x,y)という座標で表すことにする。左上の画素は(0,0)である。

【0 1 2 2】

互いにドットパターンが等しくなる区画に打つドット90～93はランダム性を与えず、ドット位置は $(32m+3, 32n+3)$ (ただし $m=0,1, n=0,1,\dots,9$) とする。

【0 1 2 3】

互いにドットパターンが等しくなる区画以外に打つ60個のドットはランダム性を与える。本実施形態では94～105の太線で示すような7×7画素の区画の中から、一様な確率分布でランダムに選んだ。

【0 1 2 4】

以上のようにして、疑似周期的な第1階調のドットパターンが完成する。

【0 1 2 5】

次にステップS3の第2階調以降のドットパターンの作成法を説明する。第2階調以降のドットパターンは、上述したとおり、斥力ポテンシャルを用いて作成する。

【0 1 2 6】

本実施形態における、図1のステップS3を実行するために用いる斥力ポテンシャル $P(g,r)$ は第1の実施の形態と同じである。

【 0 1 2 7 】

上述したように、まず、このポテンシャルをすでに打たれたすべてのドットの画素に付与する。斥力ポテンシャルをドットの打ってある画素に付与したとき、マスクの境界からはみ出したポテンシャルの部分は、周期的境界条件を用いて処理する。

【 0 1 2 8 】

本実施の形態における周期的境界条件は第2の実施の形態のものと類似であるので、説明は省略する。以下、斥力ポテンシャルを用いる時は、随時、周期的境界条件を用いる。（以上S3-1）

【 0 1 2 9 】

次に互いにドットパターンが等しくなる区画において、ポテンシャル和の平均化操作を行う。この操作によって、20個の互いにドットパターンが等しくなる区画のポテンシャル和はすべて等しくなる。

【 0 1 3 0 】

次にポテンシャル和の最低点を探し、互いにドットパターンが等しくなる区画に1つずつ（全部で20個）ドットを付与する。これら20個のドット各々にポテンシャルを付与し、ポテンシャル和を計算し直す。（以上S3-2）

【 0 1 3 1 】

次に規則性（3）を破らない範囲でポテンシャル和が最低の画素を探し、その画素にドットを付与する。その画素を中心にポテンシャルを付与し、ポテンシャル和を再計算する。この操作を繰り返し、60個のドットを打ち終わった時点で、第2階調のドットパターンとする。（以上S3-3）

【 0 1 3 2 】

第3階調以降もS3-1からS3-3と同様の過程で決定し、最高階調までのドットパターンを決定できたら、そのドットパターンを累積することによってマスクが完成する（ステップS4）。

【 0 1 3 3 】

本実施の形態によって作成された32階調目のドットパターンを図20に示す。極めて均一でムラのないドットパターンが得られていることが分かる。

【0 1 3 4】

本実施の形態のように、本発明のマスク形は正方形に限らず、出力機器の特性に合わせた形状のマスクを作成できる。

【0 1 3 5】

なお、前述の実施の形態では、入力画像データを二値のデータに変換する場合を説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、三値以上の多値データに変換する場合に適用することができる。

【0 1 3 6】

三値データに変換する場合について説明する。

【0 1 3 7】

出力装置が例えばインクジェットプリンタであるとし、そのプリンタが濃淡二つのインクを持つ場合、表現できる値は三値となる。

【0 1 3 8】

入力データが1画素8ビットの256階調のデータであるとする、128階調目までの入力データはその値を2倍にし、前記実施の形態で作成されたマスクにより、2値化する。この結果1となった場合は淡インクを出力する、入力データが129階調以降256階調目までは、そのまま、前記実施の形態で作成されたマスクにより2値化し、その結果1となった場合は濃インクを出力する。また、別の方法としては、128階調目までは、前記実施の形態で作成したマスクの個々の閾値を $1/2$ （少数の場合は切り捨て）したマスクを別途用意し、淡インク用のマスクとしてもよい。このようにすると、128階調目以下の低い階調は濃インクだけで出力する場合に比べ、打たれるドットの数が2倍になるので、入力画像が低階調で緩やかに変化する部分を滑らかに再現できる。

【0 1 3 9】

従って、人の肌の部分などの階調変化の再現性を高めるためにはこの様な多値化技術は重要であり、その際に本実施の形態で作成されたマスクを応用することにより、画質の一層優れた出力画像を得ることができる。

【0 1 4 0】

また、本発明をカラー画像処理に応用する場合は、色（例えばY／M／C／K）ごとに、前記実施の形態で作成された、マスクを用い、2値又は多値化処理すればよい。

【0 1 4 1】

また、本発明は、例えば、ホストコンピュータ、インタフェース機器、リーダー、プリンタ等の複数のデバイスによって構成されるシステムにも適用でき、更に、例えば、複写機、ファクシミリ装置等の単体の装置に適用できる。

【0 1 4 2】

また、本発明は、前述した実施形態の機能を実現するソフトウェアのプログラムコードを記録した記憶媒体を、システムあるいは装置に供給し、そのシステムあるいは装置のコンピュータ（またはCPUやMPU）が記憶媒体に格納されたプログラムコードを読み出し実行することにも適用できる。

【0 1 4 3】

この場合、記憶媒体から読み出されたプログラムコード自体が、上述した実施形態の機能を実現することになり、そのプログラムコードを記憶した記憶媒体は本発明を構成することになる。

【0 1 4 4】

また、記憶媒体には前述した実施の形態で作成された閾値マトリクスも格納される。プログラムコードを供給するための記憶媒体としては、例えば、フロッピーディスク、ハードディスク、光ディスク、光磁気ディスク、CD-ROM、CD-R、磁気テープ、不揮発性のメモリカード、ROM等を用いることができる。

【0 1 4 5】

また、コンピュータが読み出したプログラムコードを実行することにより、上述した実施形態の機能が実現されるだけでなく、そのプログラムコードの指示に基づき、コンピュータ上で稼働しているOS（オペレーティングシステム）等が実際の処理の一部または全部を行ない、その処理によって、上述した実施形態の機能が実現される場合も含まれることは言うまでもない。

【0 1 4 6】

さらに、記憶媒体から読み出されたプログラムコードが、コンピュータに挿入された機能拡張ボードやコンピュータに接続された機能拡張ユニットに備わるメモリに書込まれた後、そのプログラムコードの指示に基づき、その機能拡張ボードや機能拡張ユニットに備わるCPU等が実際の処理の一部または全部を行ない、その処理によって、上述した実施形態の機能が実現される場合も含まれることは言うまでもない。

【0147】

【発明の効果】

以上詳しく説明したように本発明によれば、特開2000-59626号公報に開示されている方法を改良し、ドットパターンの均一性をさらに向上させることによって、テクスチャの問題を改善した閾値マトリクス、及びそれを利用した階調再現方法とその装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本実施の形態のマスクを作成する手順を示すフローチャートである。

【図2】

本実施の形態の画像を処理するための基本的なシステムの構成例を示す図である。

【図3】

本実施の形態における、マスクの基本的構造を説明する図である。

【図4】

本実施の形態における、第1階調のドットパターンの作成方法を説明するための図である。

【図5】

本実施の形態における、第2階調のドットパターンの作成方法を説明するための図である。

【図6】

斥力ポテンシャルの形状を概略的に示す図である。

【図7】

本実施の形態における、斥力ポテンシャルの周期的境界条件を説明する図である。

【図 8】

第 1 の実施の形態における、マスクの形状及びマスクの配列方法を示す図である。

【図 9】

第 1 の実施の形態における、第 1 階調のドットパターンの作成方法を説明するための図である。

【図 1 0】

第 1 の実施の形態における、第 3 2 階調の 256×256 画素のドットパターンを示す図である。

【図 1 1】

第 2 の実施の形態における、マスクの形状及びマスクの配列方法を示す図である。

【図 1 2】

第 2 の実施の形態における、マスクの基本的構造を説明する図である。

【図 1 3】

第 2 の実施の形態における、第 1 階調のドットパターンの作成方法を説明するための図である。

【図 1 4】

第 2 の実施の形態における、斥力ポテンシャルの周期的境界条件を説明する図である。

【図 1 5】

第 2 の実施の形態における、第 3 2 階調の 256×256 画素のドットパターンを示す図である。

【図 1 6】

第 3 の実施の形態における、マスクの形状及びマスクの配列方法を示す図である。

【図 1 7】

第 3 の実施の形態における、マスクの形状及びマスクの配列方法を示す図である。

【図 1 8】

第 3 の実施の形態における、マスクの基本的構造を説明する図である。

【図 1 9】

第 3 の実施の形態における、第 1 階調のドットパターンの作成方法を説明するための図である。

【図 2 0】

第 2 の実施の形態における、第 3 2 階調の 64×320 画素のドットパターンを示す図である。

【符号の説明】

S 1、S 2、S 3、S 3 - 1、S 3 - 2、S 3 - 3、S 4 マスク作成のステップ

1 0 画像入力装置

1 1 入力画像

1 2 前処理

1 4 階調処理装置

1 5 メモリー

1 6 比較器

1 7 出力装置

1 8 出力画像

2 0、2 1、2 2、2 3、2 4、2 5、2 6、2 7、2 8 第 2 階調で新たに打たれたドット

2 9、3 0、3 1、3 2、3 3 第 2 階調のドット位置を決定するためにもちいる枠

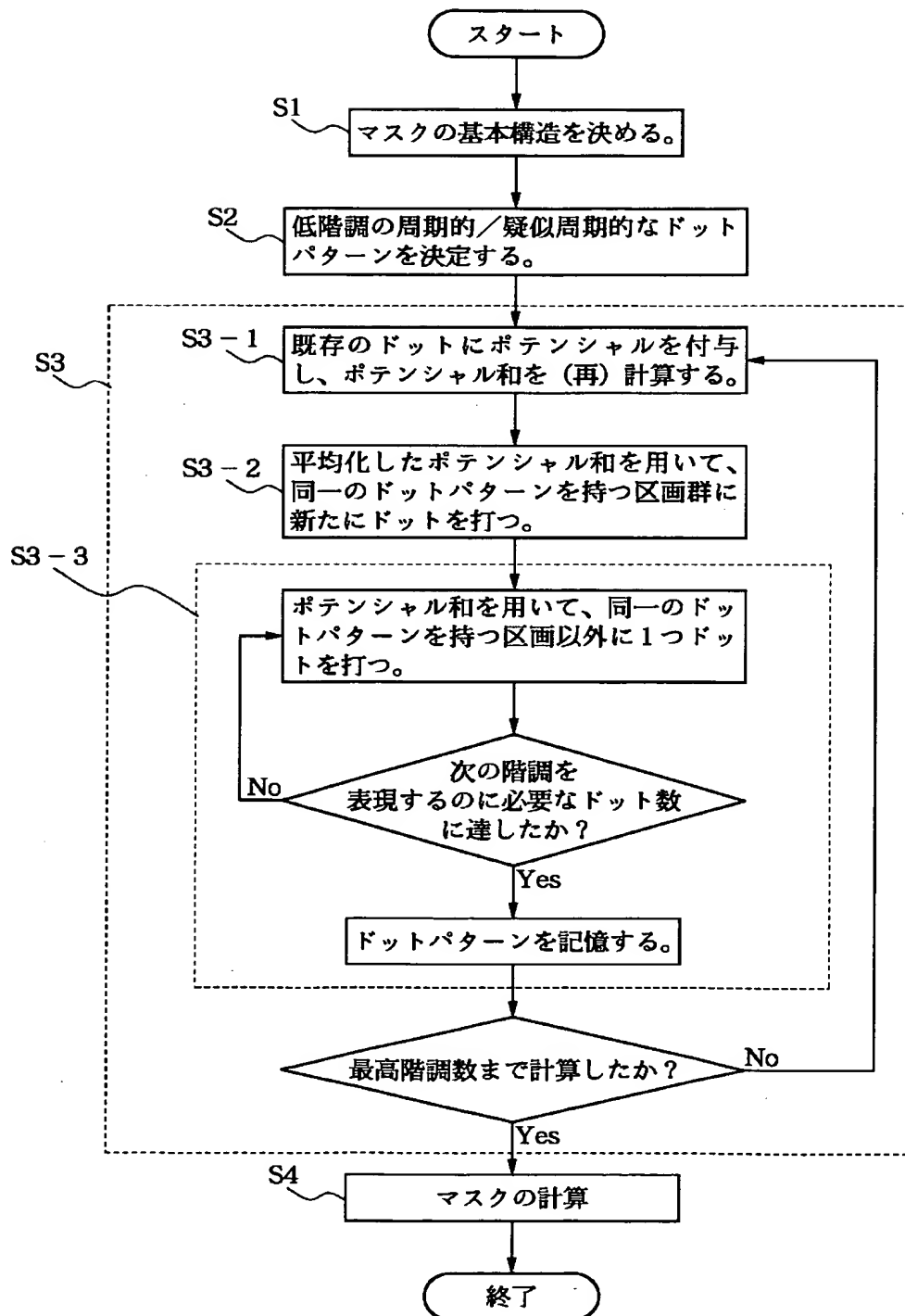
4 0 斥力ポテンシャルを付与するドット

4 1、4 2、4 3 仮想的なドット

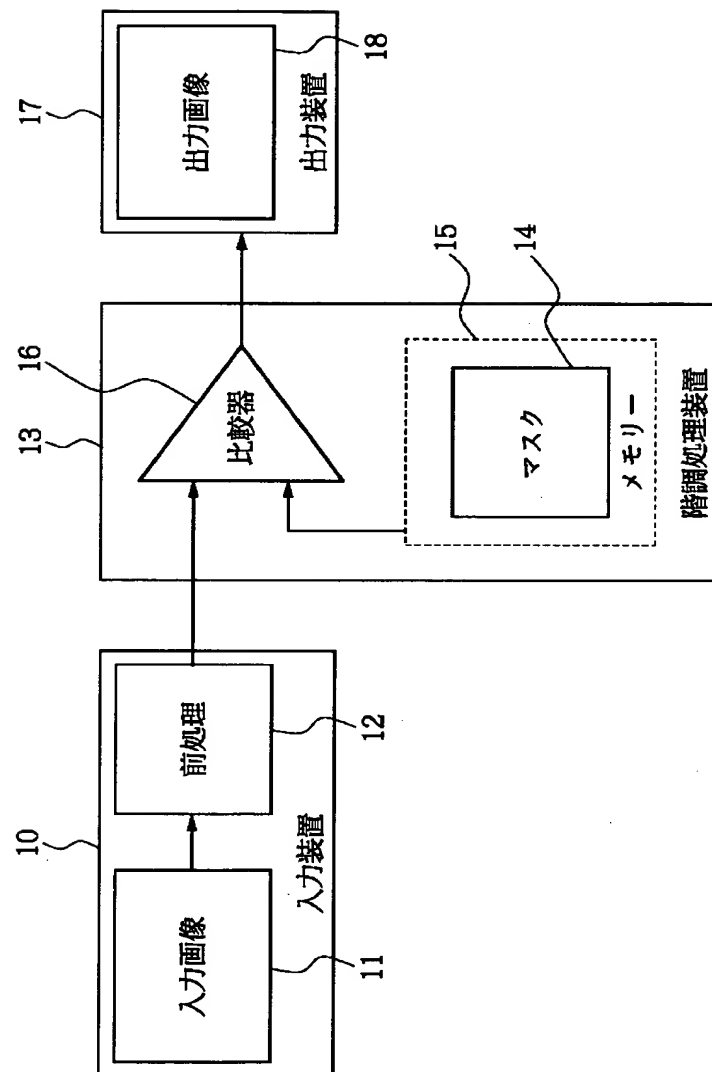
4 4、4 5、4 6 周期的境界条件により付与されるポテンシャル

【書類名】 図面

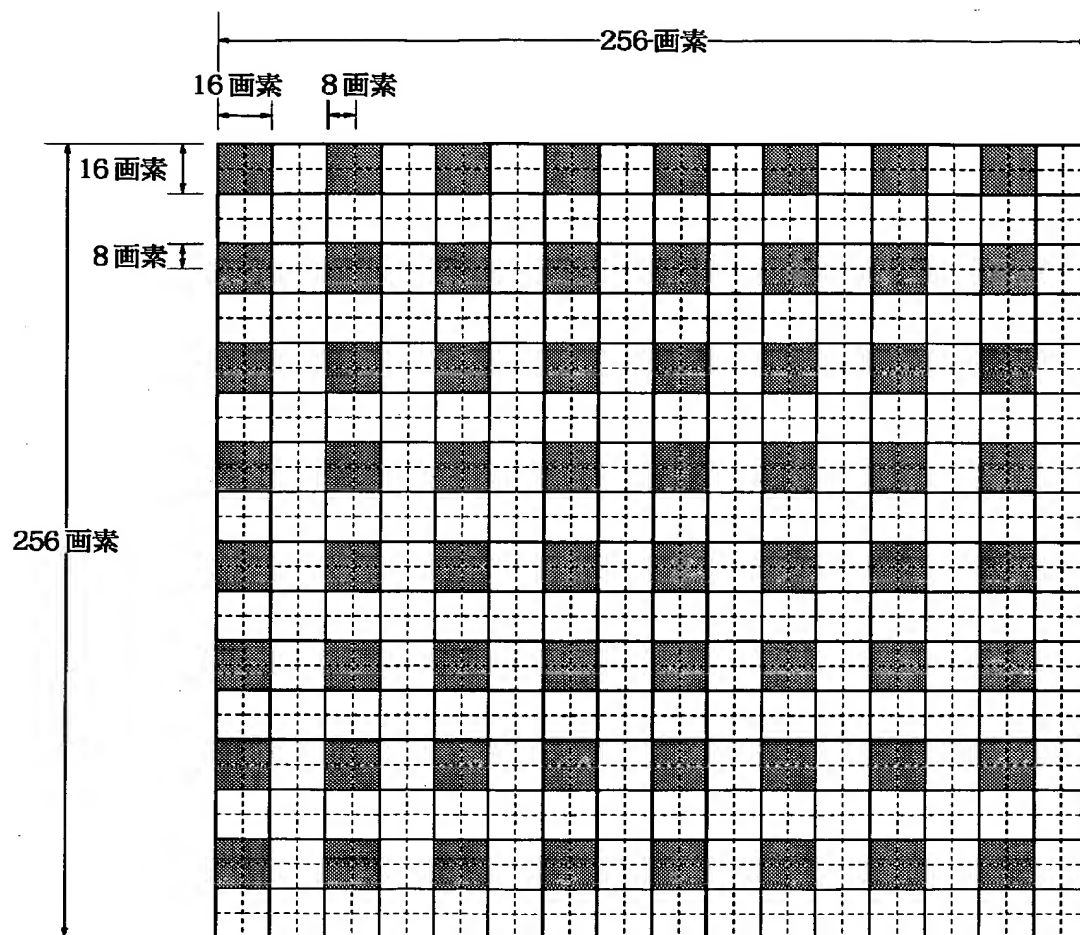
【図 1】



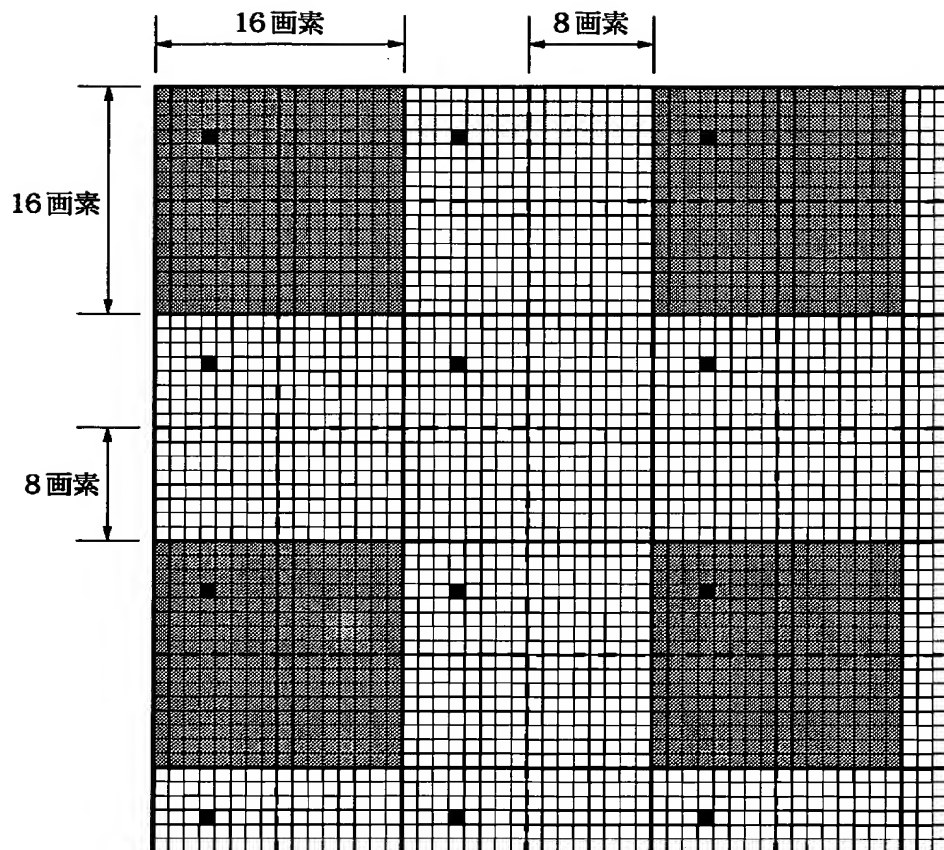
【図 2】



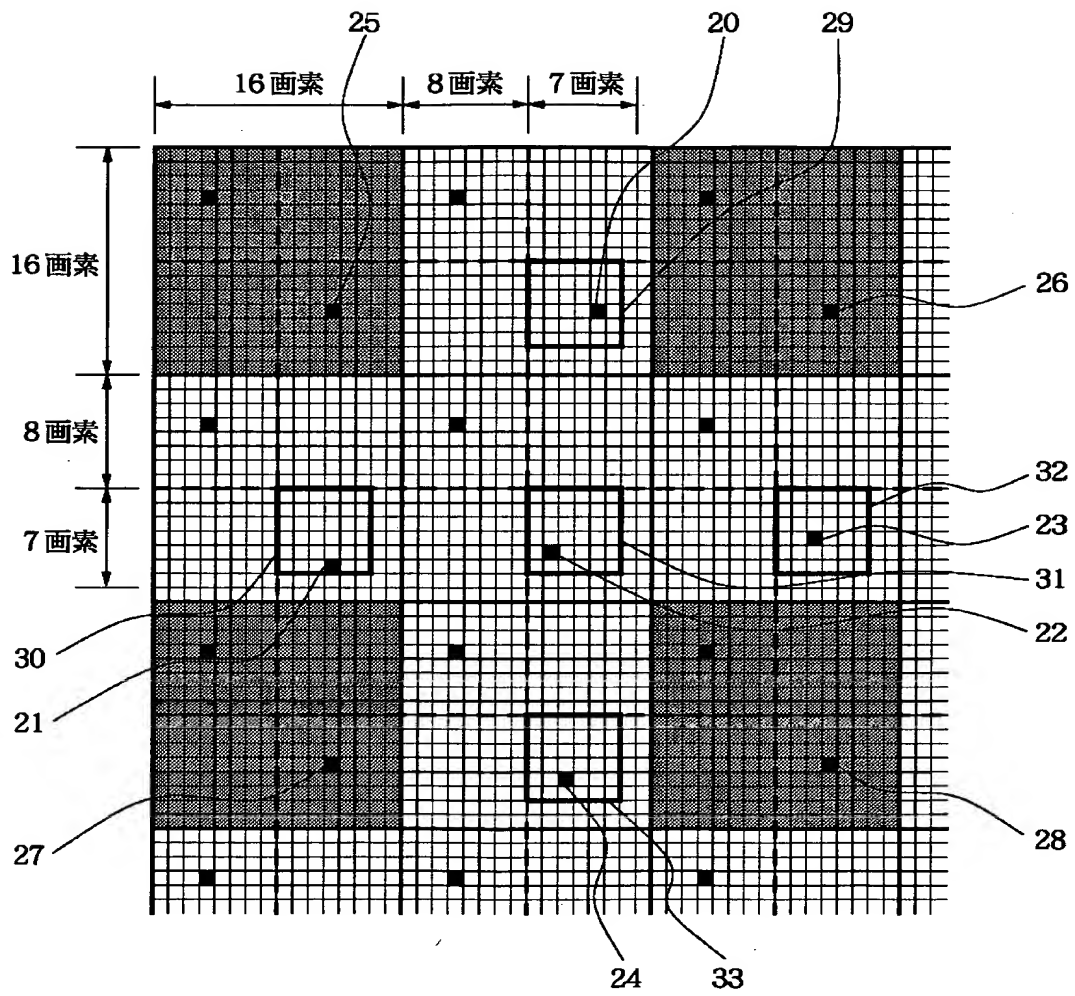
【図 3】



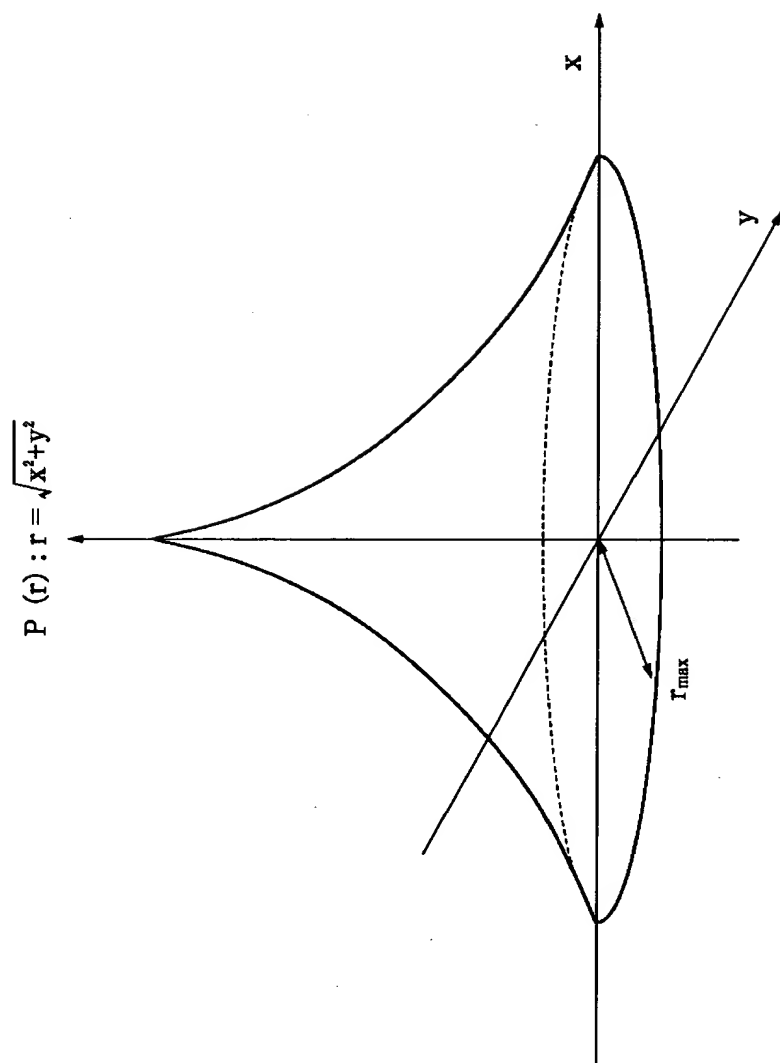
【図 4】



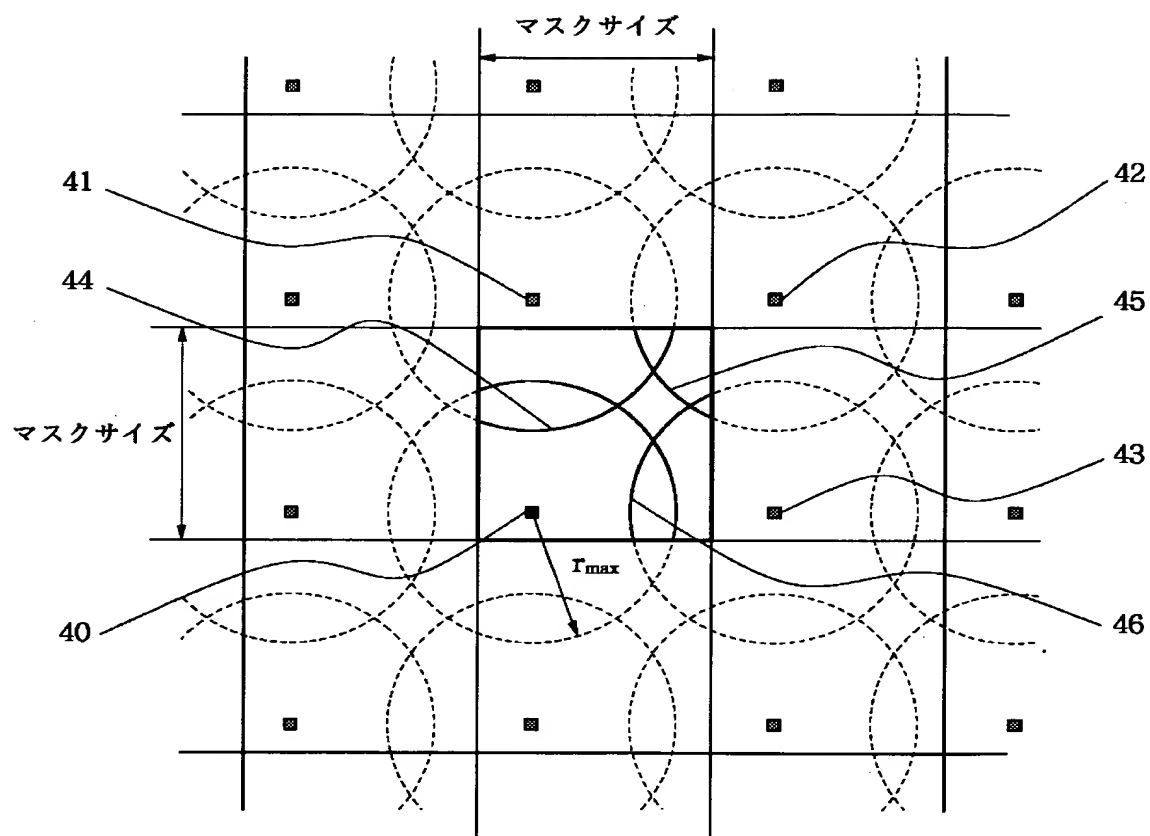
【図 5】



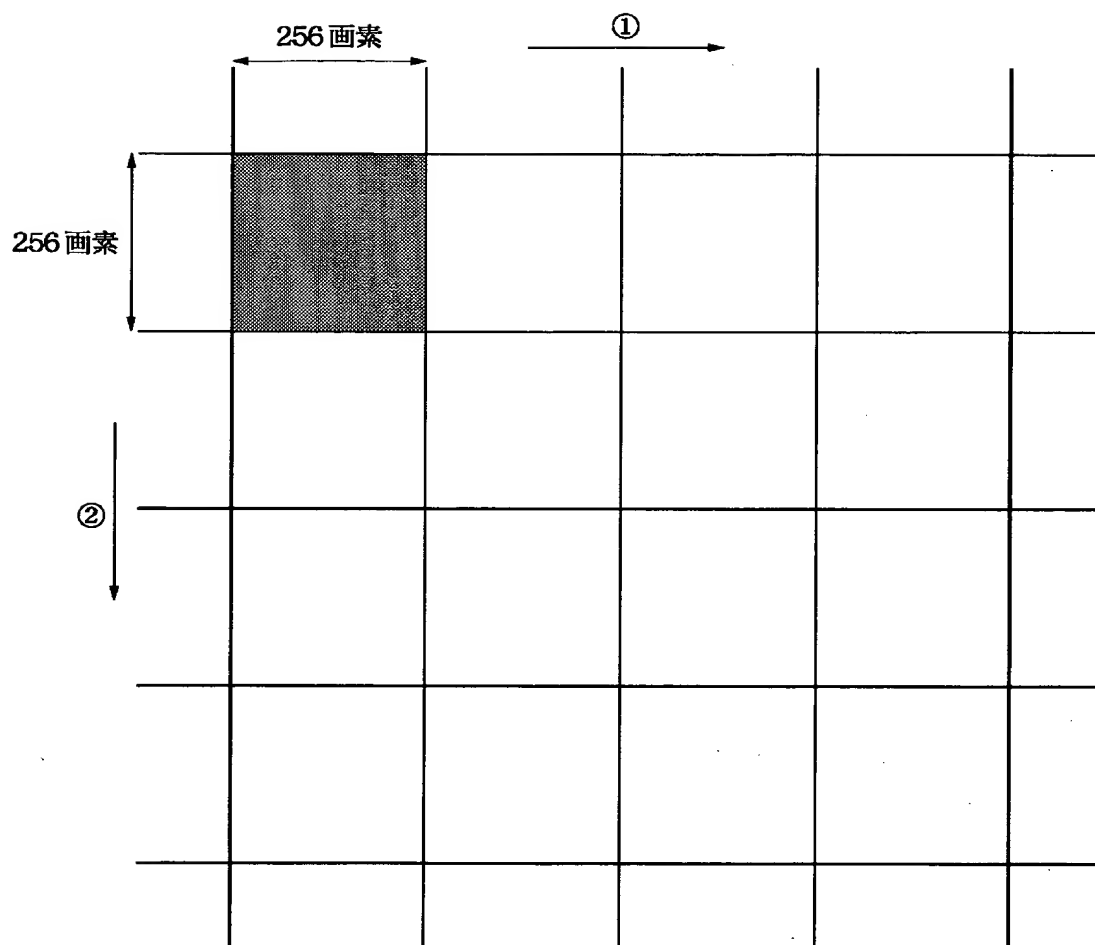
【図 6】



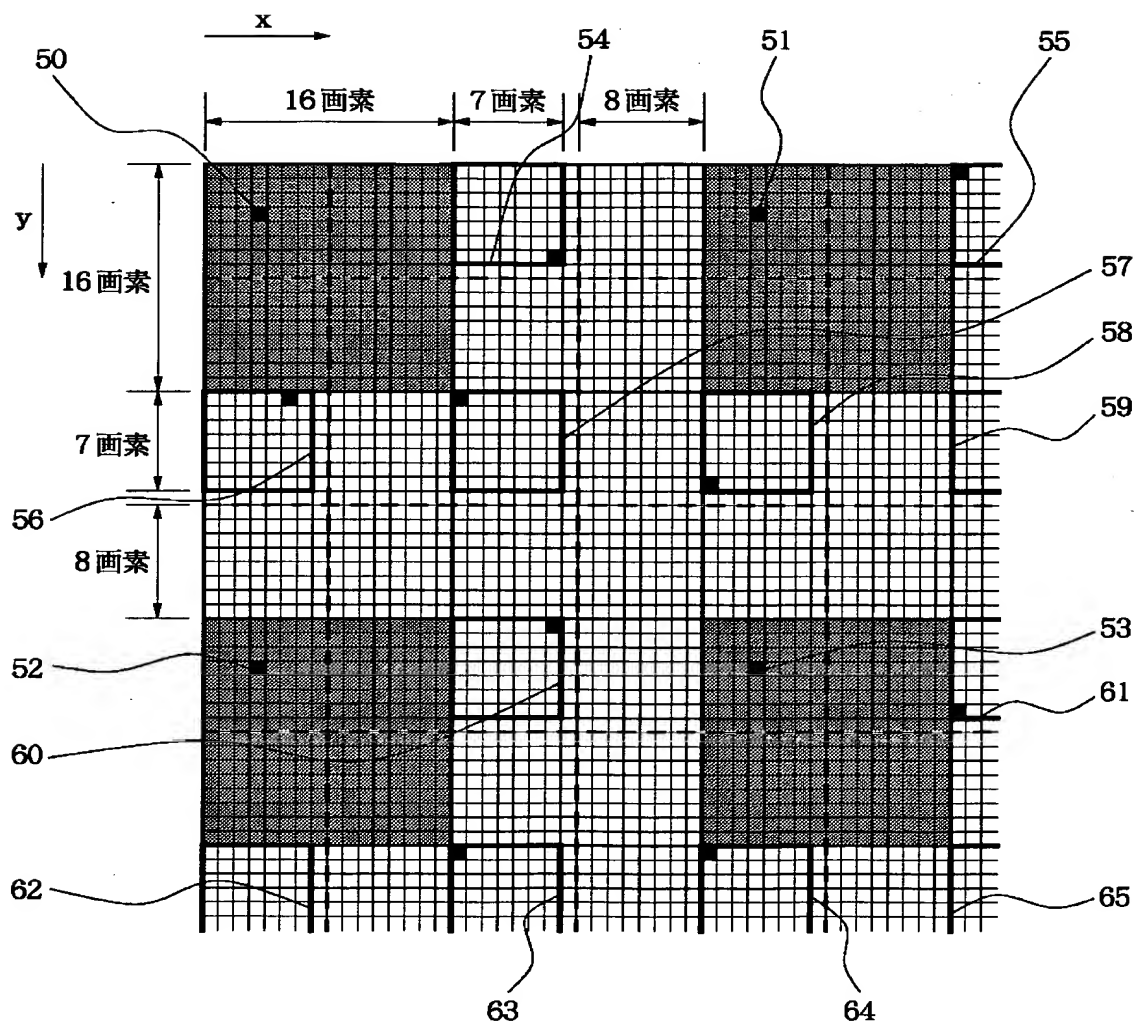
【図 7】



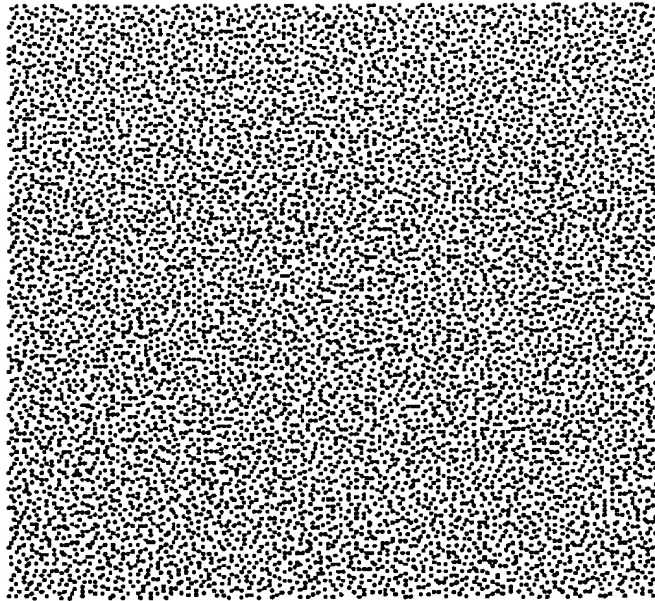
【図 8】



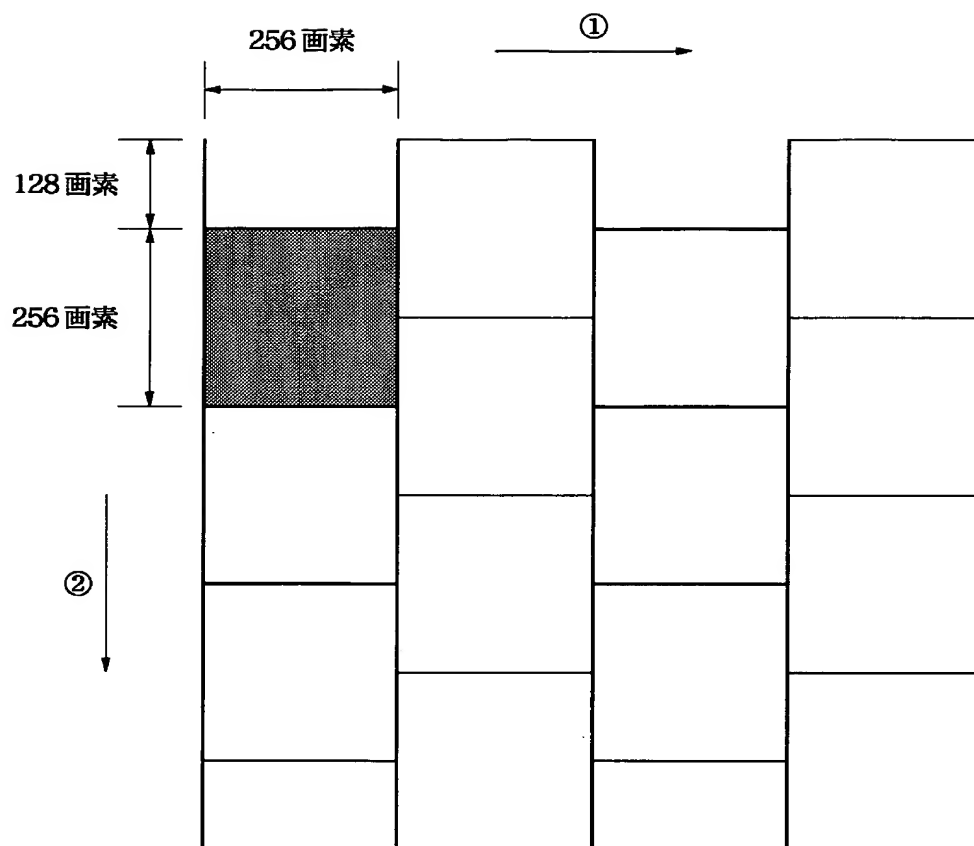
【図 9】



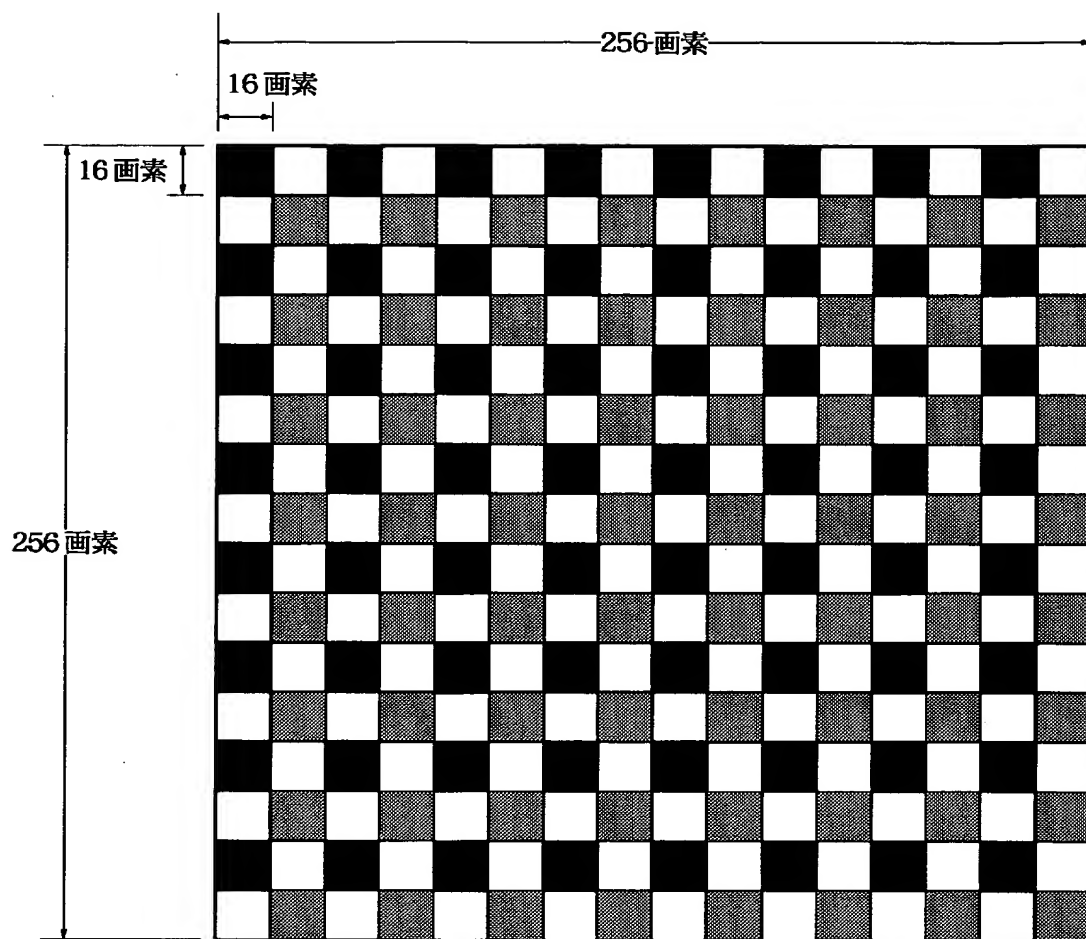
【図 1 0】



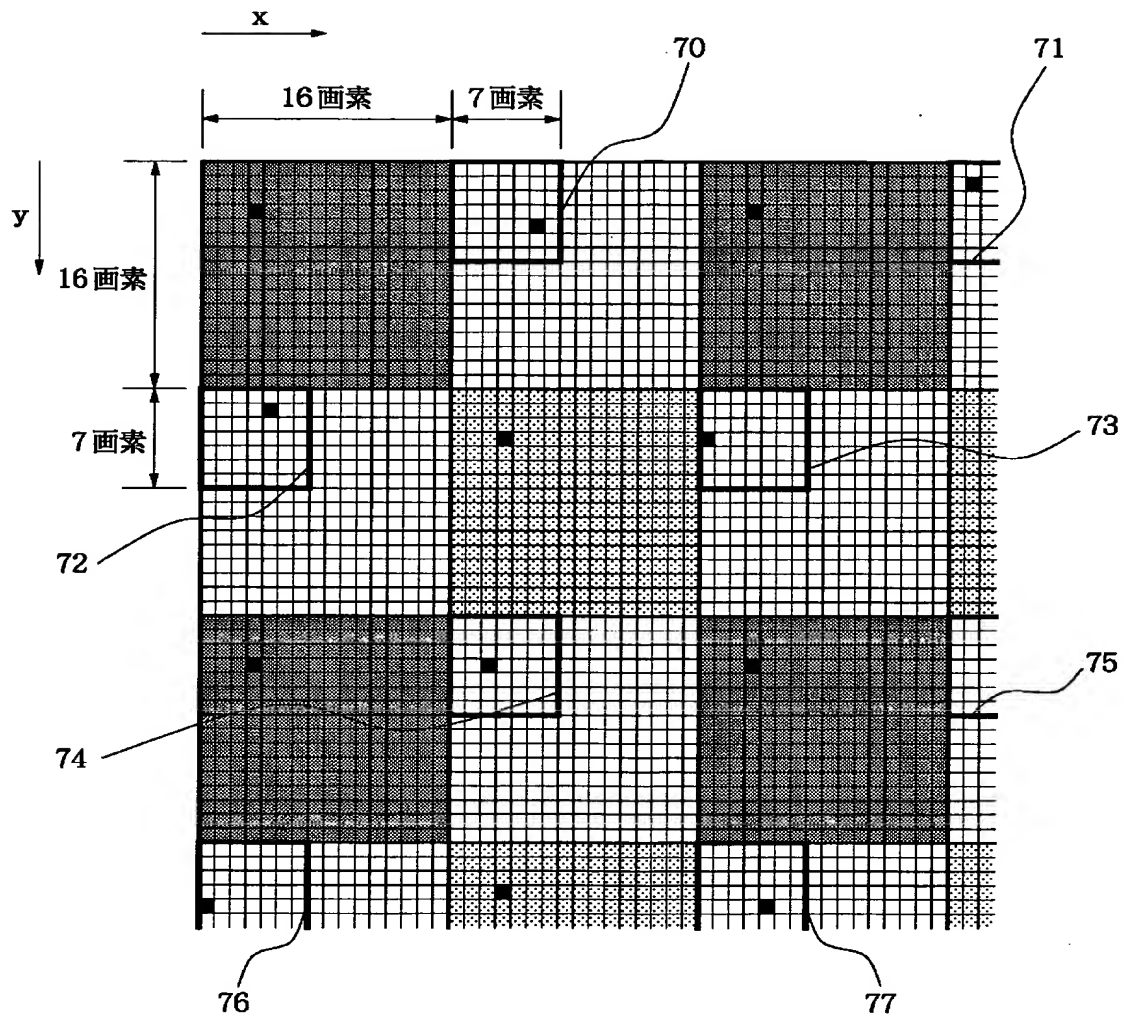
【図 1 1】



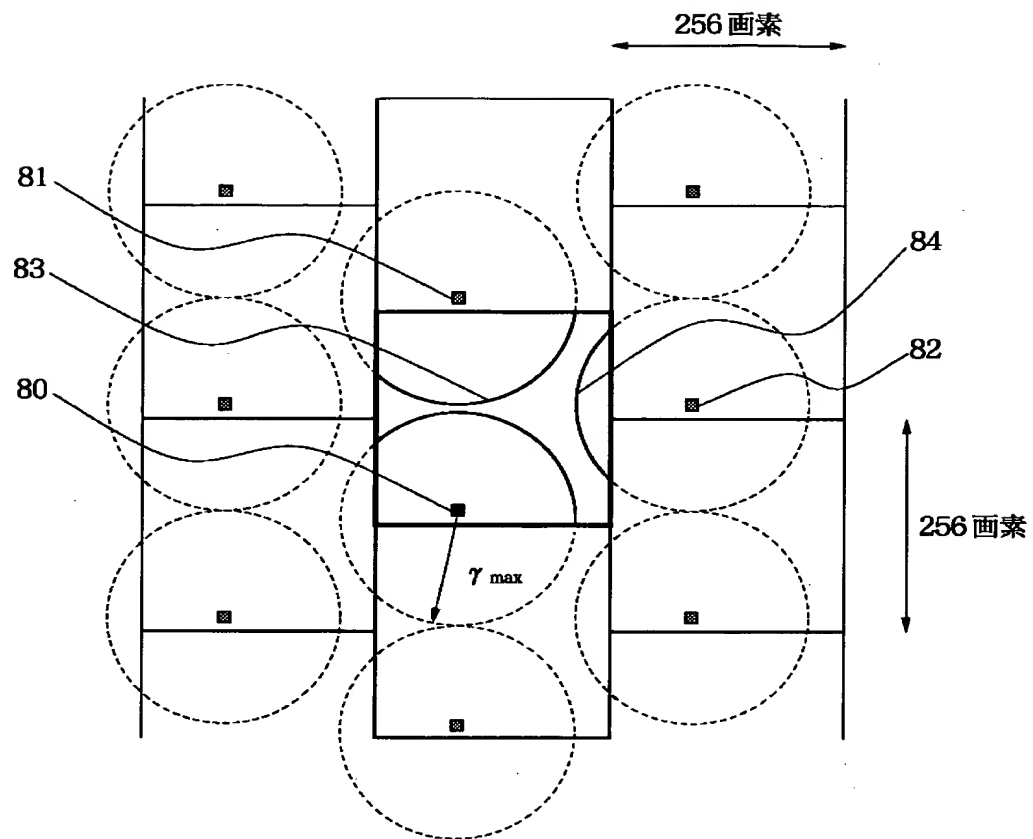
【図 1 2】



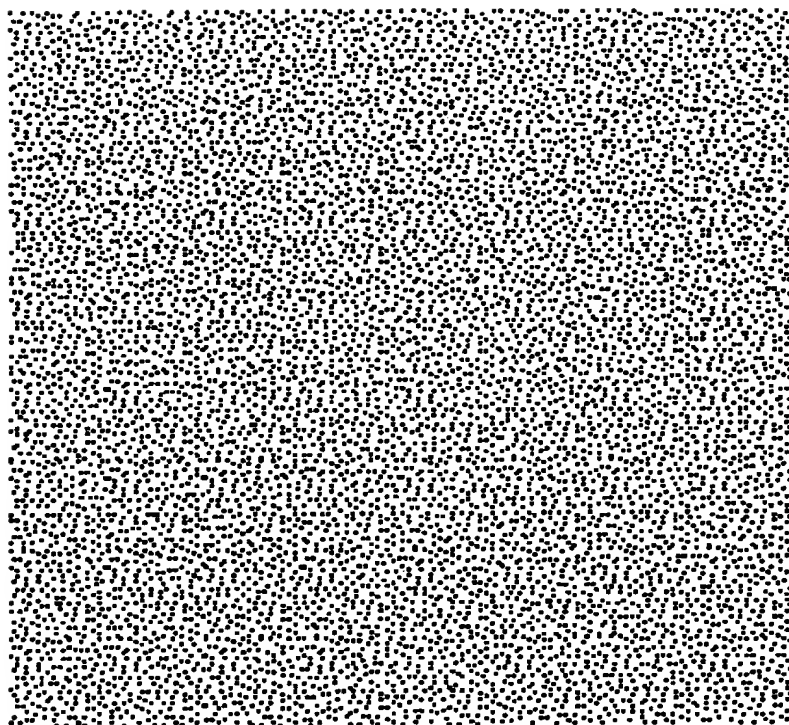
【図 1 3】



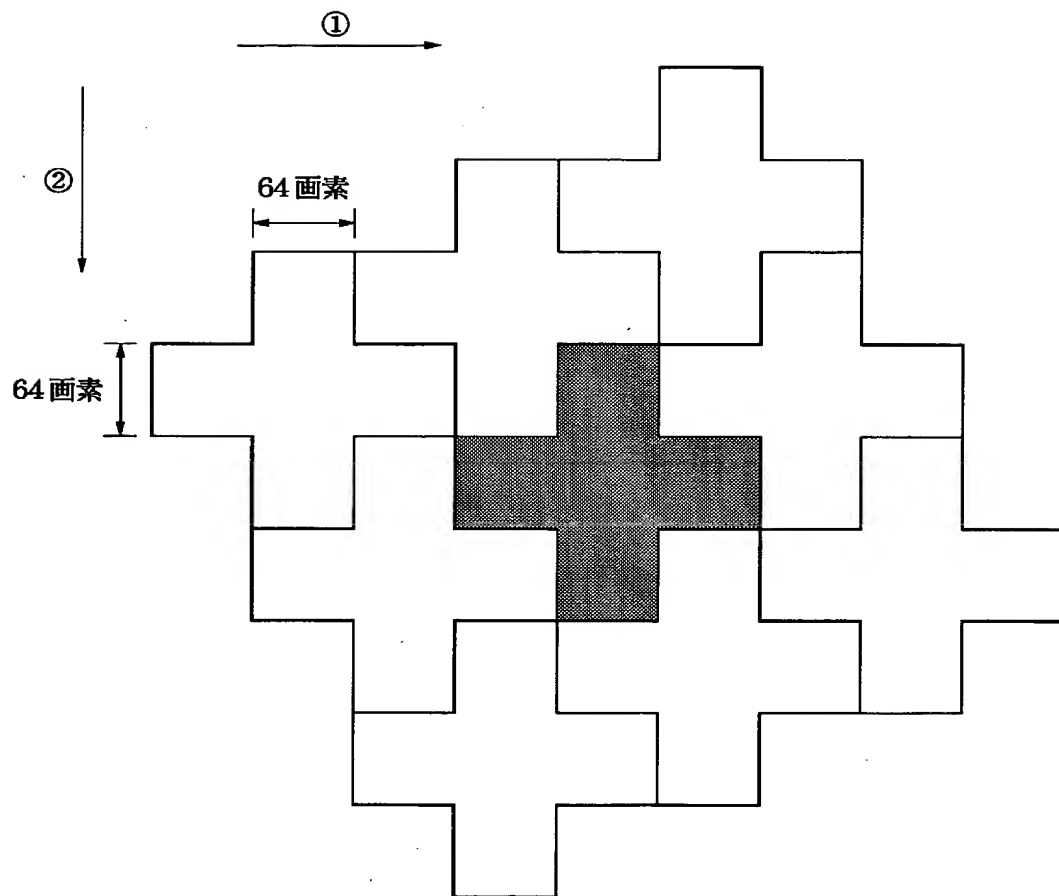
【図 1 4】



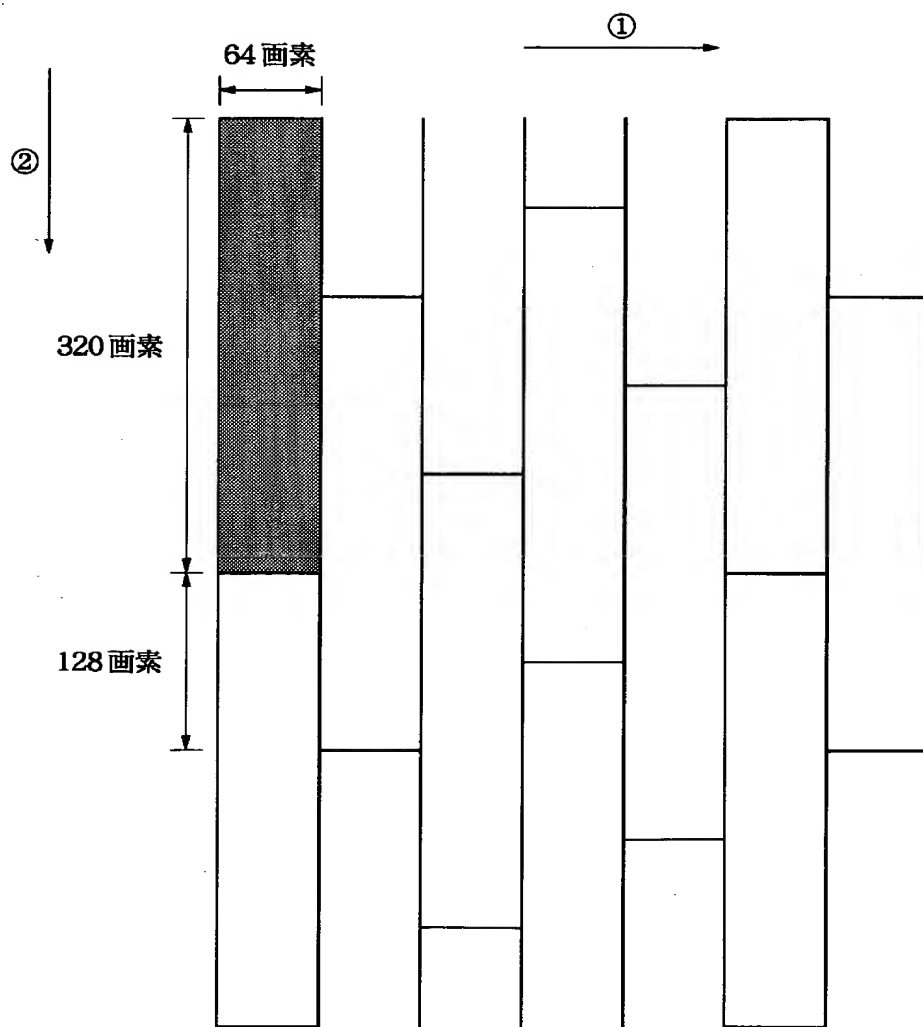
【図 1 5】



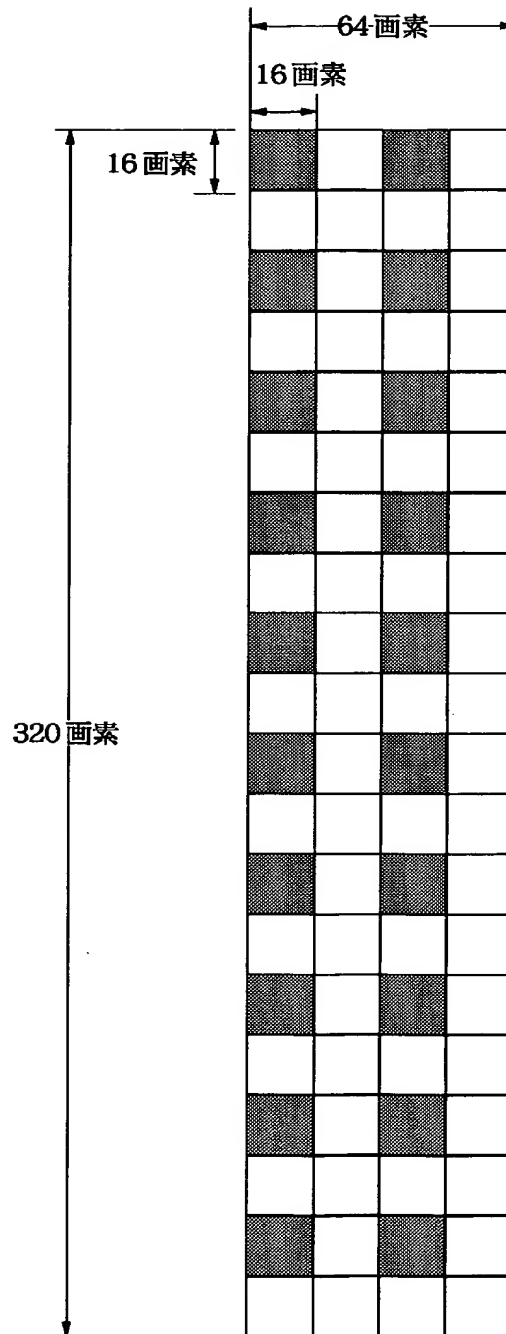
【図 1 6】



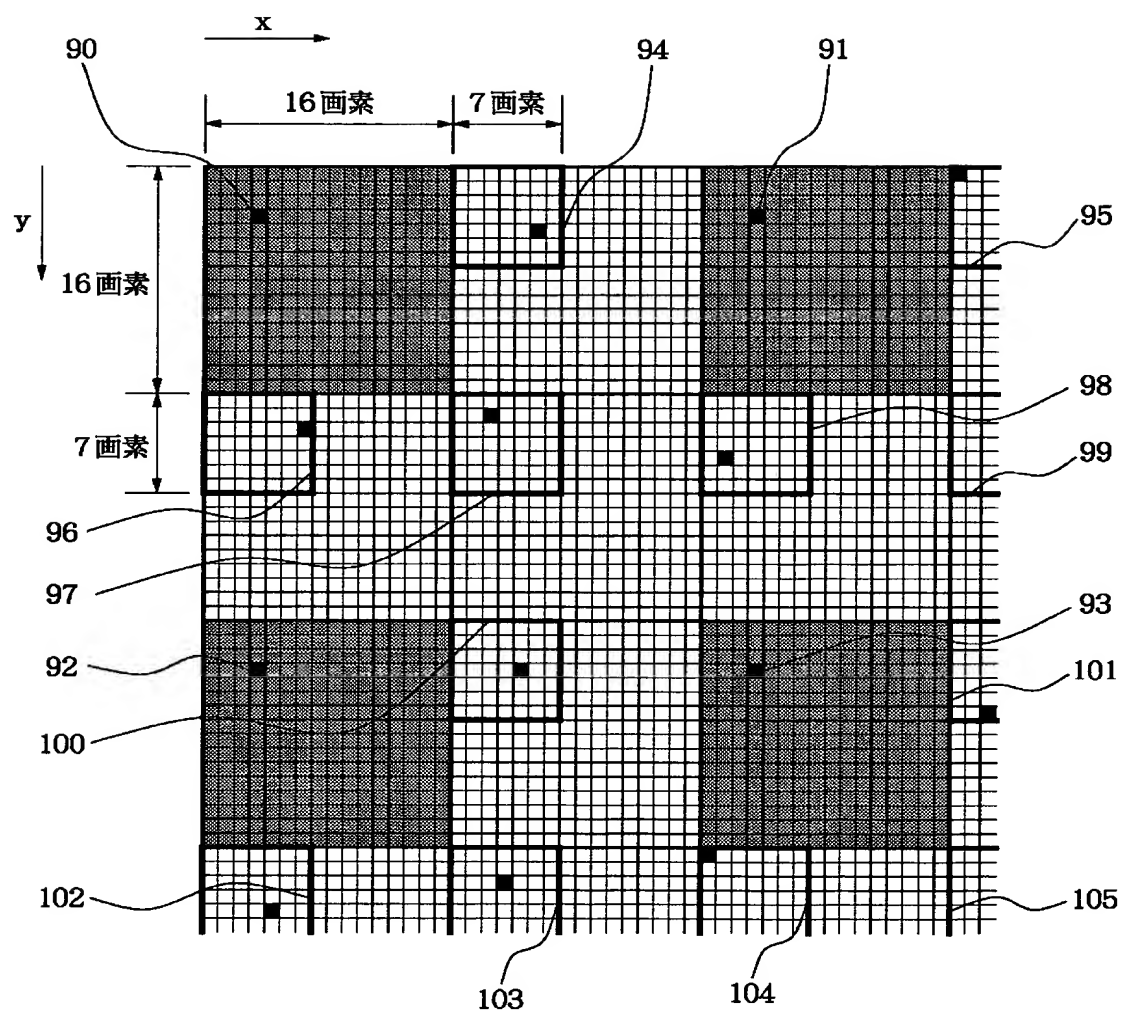
【図 1 7】



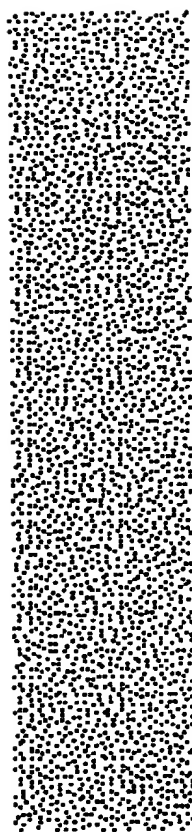
【図 1 8】



【図 1 9】



【図 2 0】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 特開2000-59626号公報の方法を改良し、ドットパターンの均一性を向上させ、テクスチャの問題を改善した閾値マトリクス、及びそれを利用した階調再現方法とその装置の提供を目的とする。

【解決手段】 原画の各画素と閾値マトリクスの各要素とを1対1に対応させて出力画の個々の画素における濃度を二値あるいは多値で表現し、前記閾値マトリクスに対応する大きさのドットパターンを小さい区画に分割したとき、全ての階調で、全ての区画内のドットの数が等しくなり、全ての階調で、複数の区画内のドットパターンが互いに等しくなるようにし、更に 前記閾値マトリクスを、ドットパターンが互いに等しくなる区画の境界において、ドットパターンの整合性をとりながらドットが増加するように作成する。又は、前記閾値マトリクスを、ドットパターンが互いに等しくなる区画と、それ以外の区画との間でドットを増加する順番を規制して作成する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号

氏 名 キヤノン株式会社